





موسسه اسنادات و کتابخانه  
وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی  
۱۳۸۴-۱۳۸۵  
کتابخانه

# مبانی نقشه خوانی

تألیف: دکتر مجتبی بنیانی



# مبانی نقشه خوانی

تألیف:

دکتر مجتبی یمانی



## انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۲۵۲۸

شماره مسلسل ۵۷۲۷

یمانی، مجتبی، ۱۳۴۰ -	
مبانی نقشه خوانی / تألیف مجتبی یمانی __ تهران : دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ، ۱۳۸۰.	
۱۹۴ ص. : مصور، نقشه، جدول __ (انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره ۲۵۲۸).	
چاپ پنجم : ۱۳۸۷	ISBN 978-964-03-4446-0 :
فهرستویسی براساس اطلاعات فیبا	
۱. نقشه‌ها. الف. دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات و چاپ ب. عنوان.	
۱۳۸۷	۹۱۲/۰۱۴
م ۸۰ - ۱۵۹۸۱	GA ۱۵۱ / ی ۸ م ۲
شماره کتابشناسی ملی	

عنوان : مبانی نقشه‌خوانی

تألیف : دکتر مجتبی یمانی

نوبت چاپ : پنجم

تاریخ انتشار : ۱۳۸۷

شمارگان : ۵۰۰۰ نسخه

ناشر : مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

چاپ و صحافی : مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

ISBN 978-964-03-4446-0

شابک: ۹۷۸ - ۹۶۴ - ۰۳ - ۴۴۴۶ - ۰۰

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها : ۲۴۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

پست الکترونیک : [press@ut.ac.ir](mailto:press@ut.ac.ir) - سایت : [www.press.ut.ac.ir](http://www.press.ut.ac.ir)

پخش و فروش : تلفکس ۸۸۰۱۲۰۷۸



۳	پیشگفتار
۵	فهرست
۹	۱- سطح زمین در روی نقشه
۹	شکل و ابعاد زمین
۱۱	الپسوئید زمین (بیضوی مقایسه
۱۲	ژئوئید
۱۳	دایره عظیمه چیست ؟
۱۵	روش تعیین فاصله در امتداد یک دایره عظیمه
۱۷	روش تعیین فاصله در امتداد مدارات (دوایر صغیره)
۱۹	۲- موقعیت
۱۹	تعیین موقعیت
۱۹	مختصات جغرافیایی
۲۳	تعیین موقعیت نقاط از روی نقشه
۲۳	تعیین موقعیت از طریق مختصات جغرافیایی
۲۷	سیستم مختصات قطبی مسطحاتی
۲۸	سیستم مختصات قائم الزاویه
۳۱	۳- جهت ها و امتدادها
۳۱	جهت
۳۳	انواع شمال ها
۳۳	شمال حقیقی یا شمال جغرافیایی
۳۳	شمال مغناطیسی
۳۵	شمال شبکه
۳۶	واحدهای اندازه گیری زاویه روی نقشه
۳۷	زاویه آزیموت
۳۹	زاویه برینگ

## ۴ - مقیاس نقشه

- ۴۱ روشهای نمایش مقیاس نقشه
- ۴۲ مقیاس کسری
- ۴۳ مقیاس خطی یا ترسیمی
- ۴۵ انواع مقیاسهای خطی
- ۴۸ مقیاس گفتاری یا لفظی
- ۴۸ رابطه بین مقیاس نقشه و مساحت سطوح
- ۴۸ روش محاسبه مساحت پهنه‌ها روی نقشه
- ۵۱ طبقه بندی نقشه‌ها بر اساس مقیاس
- ۵۱ مبالغه در مقیاس

## ۵ - اندازه گیری روی نقشه

- ۵۸ نکات قابل توجه در اندازه گیری روی نقشه ها
- ۵۹ روش های اندازه گیری فاصله و طول خطوط
- ۵۹ روش های اندازه گیری طول خطوط مستقیم
- ۶۰ روش های اندازه گیری طول خطوط منحنی
- ۶۲ اندازه گیری مساحت پهنه‌ها
- ۶۳ اندازه گیری مساحت سطوح دارای شکل هندسی منظم
- ۶۴ اندازه گیری مساحت پهنه‌های دارای شکل هندسی نامنظم

## ۶ - سیستم های تصویر نقشه

- ۷۶ سیستم های معادل و سیستم های مشابه
- ۷۸ زمینه نظری سیستم های تصویر
- ۸۰ انواع سیستم های تصویر
- ۸۱ سیستم های تصویر مستوی
- ۸۱ ویژگیهای مشترک سیستم های تصویر مستوی
- ۸۲ انواع مهم سیستم های تصویر مستوی
- ۸۶ سیستم های تصویر مخروطی
- ۸۷ انواع سیستم های تصویر مخروطی
- ۸۸ سیستم های تصویر استوانه ای
- ۹۰ انواع مهم سیستم های تصویر استوانه ای

۹۶	سیستم‌های تصویر منفرد
۱۰۱	۷- علائم و نمادها روی نقشه
۱۰۱	علائم قراردادی
۱۰۴	ملاکهای انتخاب علائم
۱۰۷	طبقه بندی علائم قراردادی
۱۱۳	۸- تکنیک های نماد گذاری
۱۱۳	تکنیک کروکوماتیک
۱۱۵	تکنیک کروپلت
۱۱۶	تکنیک ایزوپلت
۱۱۷	تکنیک نقطه‌ای
۱۱۷	تکنیک کروگرافیک
۱۱۸	تکنیک دینامیک
۱۲۰	تکنیک پراکندگی تصویری
۱۲۳	۹- انواع نقشه
۱۲۳	طبقه بندی نقشه‌ها براساس موضوع
۱۲۴	طبقه بندی نقشه‌ها براساس مقیاس
۱۲۵	طبقه بندی براساس محتوا و زمینه کاربردی
۱۲۵	نقشه‌های عمومی
۱۲۸	نقشه‌های ویژه
۱۳۳	۱۰- روشهای نمایش ناهمواریها
۱۳۳	نمایش ارتفاع روی نقشه
۱۳۴	نقاط ارتفاعی
۱۳۴	روش هاشور
۱۳۶	روش سایه زدن (روش استمپاژ)
۱۳۶	روش استفاده از رنگ (روش هیپسو متریک)
۱۳۷	روش استفاده از منحنی میزان (خطوط تراز)
۱۳۸	روش های ترکیبی
۱۴۱	۱۱- نقشه‌های توپوگرافی
۱۴۱	مفهوم خطوط تراز

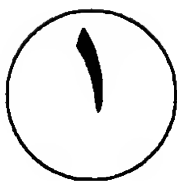
۱۴۲	خواندن ارتفاع از روی منحنی های میزان
۱۴۵	رابطه بین توپوگرافی و اجزای خطوط تراز
۱۴۸	نمایش پستی ها و بلندیها
۱۵۵	<b>۱۲ - اندازه گیری روی نقشه های توپوگرافی</b>
۱۵۵	اندازه گیری میزان شیب
۱۵۷	اندازه گیری حجم عوارض از روی نقشه های توپوگرافی
۱۶۱	ترسیم نیمرخ توپوگرافی
۱۶۵	<b>۱۳ - شبکه های قائم الزاویه</b>
۱۶۵	سیستم شبکه U.T.M
۱۶۹	سیستم شبکه U.P.S
۱۷۱	سیستم شبکه ژئورف
۱۸۲	راهنمای طبقه بندی نقشه های بزرگ مقیاس (اندکس)
۱۷۵	راهنمای اتصال نقشه ها
۱۷۷	<b>۱۴ نقشه خوانی میدانی</b>
۱۷۷	استفاده از نقشه در روی زمین
۱۷۷	توجیه نقشه
۱۷۸	جهت یابی روی زمین
۱۸۴	تعیین موقعیت ایستگاه
۱۸۹	<b>۱۵ - پیوست ها</b>
۱۸۹	تبدیل واحدهای اندازه گیری متریک و غیر متریک
۱۹۰	تبدیل واحدهای معادل متریک
۱۹۰	تبدیل واحدهای مربع
۱۹۱	تبدیل واحدهای مکعب
۱۹۱	تبدیل واحدهای اندازه گیری دما
۱۹۱	اندازه گیری روی نقشه و تبدیل به واحدهای متریک روی زمین
۱۹۲	اندازه کاغذها
۱۹۳	فهرست منابع

## پیشگفتار

بهترین راه فهمیدن یک نقشه آن است که خود، آن را  
بکشیم. بهترین راه فهمیدن، انجام دادن است. ما چیزی را  
بهتر می‌فهمیم و بهتر به یاد می‌آوریم که به قسمی خود آن را  
آموخته باشیم. کانت

در طول چند سال تدریس درس نقشه خوانی و سایر دروس مربوط به نقشه همواره این  
مشکل مشهود بود که دانشجو توانایی تجسم اطلاعات عملی نقشه را در ذهن خود نداشته و این  
مسئله موجب عدم یادگیری یا تأخیر در یادگیری او می‌شد. علاوه بر این امکان انتقال انواع  
نقشه‌ها و توزیع آن به تعداد دانشجویان در کلاس مقدور نبود، در حالی که یادگیری هر نقشه  
مستلزم تمرین خارج از کلاس و دسترسی هر دانشجو به حداقل یک نمونه از هر گروه نقشه  
می‌باشد. زیرا نقشه یک ابزار است و یادگیری این ابزار بدون تمرین مداوم میسر نیست. کتابهای  
موجود در زمینه نقشه با وجود غنای علمی، از این ویژگی به طور شایسته کم بهره‌اند. بنابراین،  
این کتاب به صورت مصور و کارگاهی در زمینه نقشه خوانی و به منظور این هدف نگاشته شده و  
سعی گردیده است، روشهای ساده نقشه خوانی و استفاده از نقشه با روشهای متداول اولیه برای  
دانشجویی که ابتدا با نقشه‌های تخصصی مواجه می‌گردد، تشریح گردد. بی‌گمان با توجه به  
گسترش روز افزون کاربرد رایانه‌ها و نرم افزارهای پیشرفته کار توگرافی، این مجموعه نارساست.  
امید است، استادان ارجمند و خوانندگان آشنای با نقشه با نظرهای صائب و ارزشمند خود،  
نگارنده را در رفع نواقص این کتاب یاری نمایند. شایان ذکر است، کلیه نقشه‌ها و تصاویری که در  
متن کتاب آورده شده ولی مأخذ آن زیر نویسی نشده، توسط نگارنده، در نرم افزار FREEHAND  
طراحی و ترسیم شده است.

من از همه کسانی که در تألیف این کتاب مرا یاری نموده‌اند، قدردانی می‌نمایم. از جناب  
آقای دکتر عیوضی که مطالب زیادی را از کتاب نقشه خوانی ایشان برگرفته‌ام و نیز از کارکنان  
انتشارات دانشگاه تهران به دلیل صفحه بندی و چاپ کتاب تشکر و قدردانی می‌نمایم.



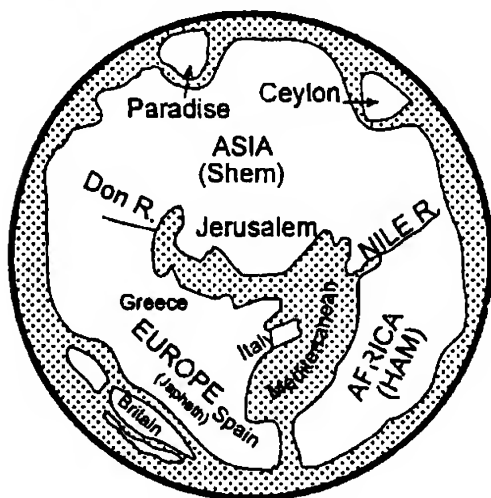
## سطح زمین در روی نقشه

### شکل و ابعاد زمین

زمین مانند دیگر سیارات منظومه شمسی، در منطقه معینی از فضا و در امتداد مسیری ثابت، بدون اندک توقفی، میلیونها سال است که به دور خود و به گرد خورشید می‌گردد. در گذشته مردم به تبعیت از ساده‌ترین مشاهدات خود تصور می‌کردند که بر روی جسمی مسطح زندگی می‌کنند. شناسایی و توصیف زمین با مسافرت‌های دریانوردان در قرون قبل از میلاد آغاز شد. در قرون وسطی، جهانگردان و دریانوردان با ملیت‌های مختلف، از طریق ترسیم نقشه‌های گوناگون به توصیف زمین، شکل و ابعاد آن پرداختند (تصویر ۱-۱). در این دوره مشاهدات ستاره‌شناسان در شناسایی زمین و اندازه‌گیری ابعاد آن بسیار مؤثر بود. کشف دماغه امید نیک در قرن ۱۲ میلادی به وسیله پرتغالیها، مسافرت کریستف کلمب در سال ۱۴۹۲ میلادی و عبور تصویر ۱-۱

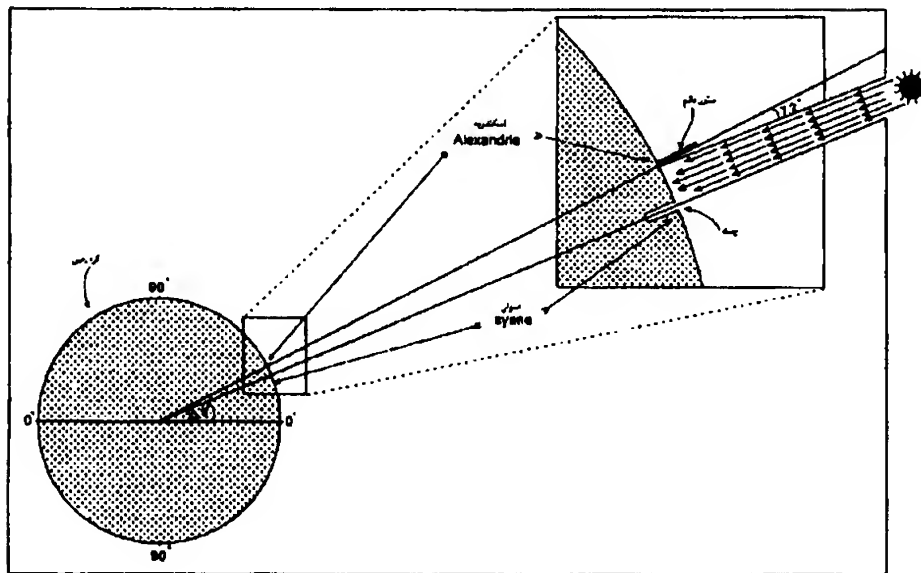
ماژلان در سال ۱۵۱۹ میلادی، از امریکای جنوبی و اقیانوس آرام، زمینه خوبی برای توصیف شکل زمین بوجود آورد.

اراتوستن<sup>(۱)</sup>، جغرافیدان و ستاره‌شناس یونانی برای نخستین بار در سال ۲۲۰ قبل از میلاد، توانست محیط زمین را اندازه‌گیری کند که رقم بدست آمده به اندازه‌گیری‌های امروزی بسیار



نزدیک است. او می‌دانست که در شهر سین<sup>(۱)</sup> (اسوان) واقع در نیل علیا در کشور مصر، هنگام ظهر روز اول تابستان آفتاب عمودی می‌تابد و تابش آن از ته چاه قابل رؤیت است. (تصویر ۱-۲) در حالی که در شهر اسکندریه به فاصله ۸۰۰ کیلومتری شمال شهر سین، این گونه نیست و آفتاب مایل می‌تابد. او در شهر اسکندریه ستونی قائم نصب کرد و در لحظه‌ای که در شهر سین آفتاب بر ته چاه می‌تابید، همزمان زاویه آن را نسبت به ستون قائم در اسکندریه محاسبه کرد. او می‌دانست که زاویه مذکور، حاصل امتداد ستون قائم تا مرکز زمین با شعاع تابش است. اندازه این زاویه  $\frac{1}{5}$  محیط دایره و برابر ۷ درجه و ۱۲ دقیقه بود. از طرفی چون فاصله دو شهر سین و اسکندریه برابر با ۵۰۰۰ استادیا<sup>(۲)</sup> بود براحتی توانست محیط زمین را اندازه‌گیری کند. اراتوستن محیط زمین را ۲۵۰ ۰۰۰ استادیا محاسبه کرد که حدود ۴۰۶۱۰ کیلومتر بوده و به اندازه واقعی زمین (۴۰۰۷۵ کیلومتر) بسیار نزدیک است.

تصویر ۱-۲



امروزه به کمک ماهواره‌ها، پرتولیزر و سایر ابزار نجومی، بخوبی و با دقت کافی

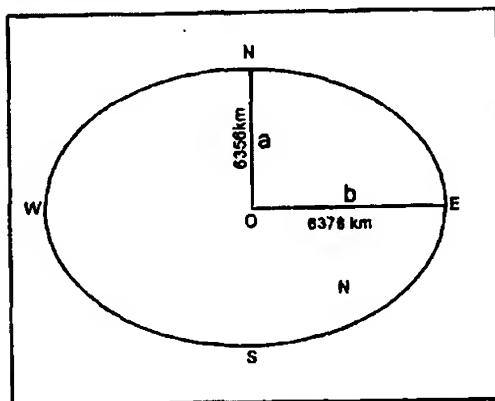
1- Syene

2- stadia هر استادیا تقریباً برابر با ۱۸۴ متر است.

می‌توان از شکل و ابعاد و اندازه‌های زمین مطلع شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که زمین کاملاً کروی نبوده و شکل منظمی ندارد و آنرا به یک گلابی تشبیه می‌کنند که در قطب جنوب کمی فرو رفته و بر عکس در قطب شمال مقداری برآمده است. منطقه معتدل شمالی کمی فشرده و در مقابل منطقه معتدل جنوبی اندکی متورم است.

### - الیپسوئید<sup>(۱)</sup> زمین (بیضوی مقایسه)

تصویر ۱-۳



همان گونه که ذکر گردید زمین به شکل یک کره کامل نیست و فاقد یک شکل منظم هندسی است. برای محاسبات مربوط به فواصل نقاط از همدیگر در ژئودزی<sup>(۲)</sup>، زمین را به صورت یک بیضوی در نظر می‌گیرند (تصویر ۱-۳). زیرا شکل بیضوی نزدیک‌ترین شکل هندسی

به شکل کره زمین است. تاکنون بیش از ۱۵ بیضوی از سوی دانشمندان محاسبه و پیشنهاد شده است. تفاوت آنها در اندازه قطرهای بزرگ و کوچک است. هر یک از این بیضوی‌ها، برای مناطقی که در آنجا پهنه وسیعی از سطح بیضوی بر سطح زمین منطبق می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نقشه‌های جدید کشور ما از بیضوی هایفورد<sup>(۳)</sup> استفاده می‌شود. در این بیضوی، طول نیم قطر بزرگ  $a = 6378137$  متر و طول نیم قطر کوچک  $b = 6356752$  متر می‌باشد. با توجه به این ارقام شعاع متوسط زمین  $6371$  متر یا تقریباً معادل  $6371$  کیلومتر بوده و اختلاف بین شعاع قطبی و استوایی در این بیضوی، نزدیک به  $22$  کیلومتر می‌باشد.

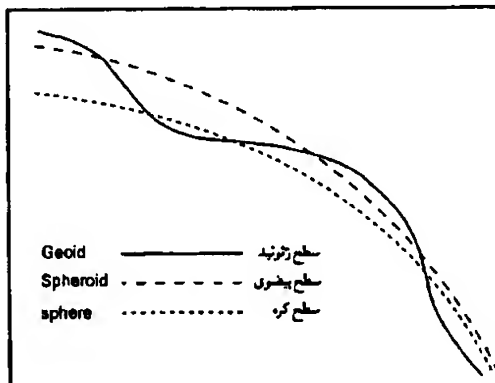
1- Ellipsoid

2- Geodesy علمی است که شکل و ابعاد زمین را بررسی می‌کند.

3- Hayford



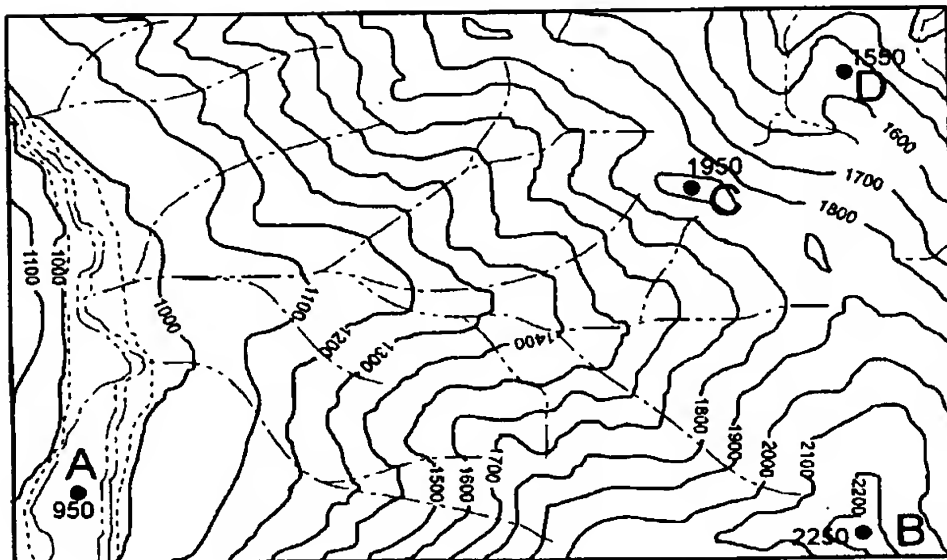
## - ژئوئید



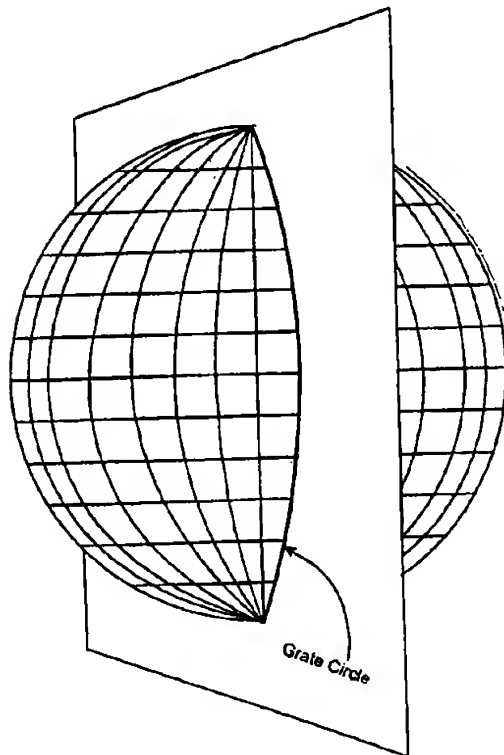
سطح خشکیهای زمین هموار نیست، نقاط مختلف سطح زمین علاوه بر ابعاد طول و عرض، دارای بُعد ارتفاع نیز می باشند. بنابراین برای بیان موقعیت کامل یک نقطه در سطح زمین علاوه بر طول و عرض جغرافیایی، باید ارتفاع آن نقطه نیز معلوم شود. برای بیان ارتفاع نیاز به

یک «سطح مبدأ» یا «سطح مقایسه» می باشد. نقشه هایی که فقط از یک محل کوچک و برای مقاصد معینی ترسیم می شوند بعضاً در آنها از یک سطح مقایسه محلی استفاده شده و ارتفاع نقاط دیگر را نسبت به آن محاسبه می کنند (نقشه ۵-۱). ولی در مقیاسهای وسیع تر عموماً سطح متوسط اقیانوسها مبدأ اندازه گیری ارتفاع می باشد. آب اقیانوسها و دریاهاى آزاد به یکدیگر متصل بوده و بیش از دو سوم سطح کره زمین را پوشانده اند. اگر بطور فرضی سطح اقیانوسها در زیر خشکیها نیز امتداد یافته و آن را قطع کند، شکلی حاصل خواهد شد که آنرا «ژئوئید»<sup>(۱)</sup> می نامند. سطح ژئوئید سطح مقایسه برای اندازه گیری ارتفاع نقاط می باشد. (تصویر ۴-۱). ارتفاع هر نقطه از سطح ژئوئید را «ارتفاع مطلق» آن نقطه می گویند. رقم ارتفاعی ثبت شده در نقشه های جغرافیایی و بویژه نقشه های توپوگرافی ارتفاع مطلق آنها می باشد. چنانچه ارتفاع نقطه ای نسبت به نقطه دیگری غیر از سطح ژئوئید مقایسه گردد، «ارتفاع نسبی» آن نقطه خواهد بود. (نقشه ۵-۱) لازم به توضیح است که ژئوئید یک کره کامل نیست و شکل آن نیز مانند خود کره زمین در اثر نیروی جاذبه نابرابر وارده بدان کمی نامنظم می باشد.

در نقشه ۵-۱ ارتفاع نسبی نقاط B و C و D نسبت به نقطه A به ترتیب ۱۳۰۰ متر و ۱۰۰۰ متر و ۶۰۰ متر می باشد در صورتی که ارتفاع نوشته شده در روی نقاط ذکر شده در واقع ارتفاع مطلق این نقاط می باشد.



تصویر ۱-۶



- دایره عظیمه<sup>(۱)</sup> چیست؟

اگر یک کره هندسی را با صفحه‌ای که از مرکز آن می‌گذرد قطع کنیم فصل مشترک صفحه با سطح کره بزرگترین دایره‌ای است که در روی آن کره می‌توان ترسیم کرد. (تصویر ۱-۶) چنین دایره‌ای دایره عظیمه نامیده می‌شود.

خصوصیات دایره عظیمه به

شرح زیر است.

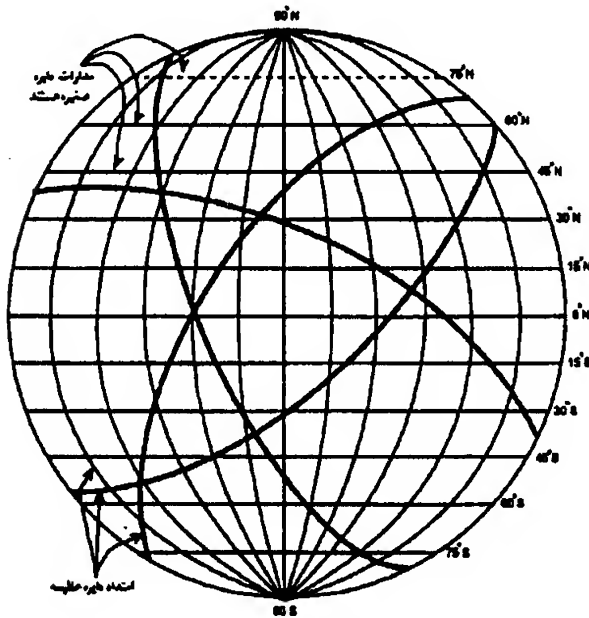
- دایره عظیمه روی صفحه‌ای

قرار گرفته که از مرکز کره عبور

می‌کند. بنابراین بزرگترین دایره

قابل ترسیم روی کره است.

تصویر ۱-۷



- در روی یک کره می توان  
بی نهایت دایره عظیمه ترسیم  
نمود (تصویر ۱-۷).

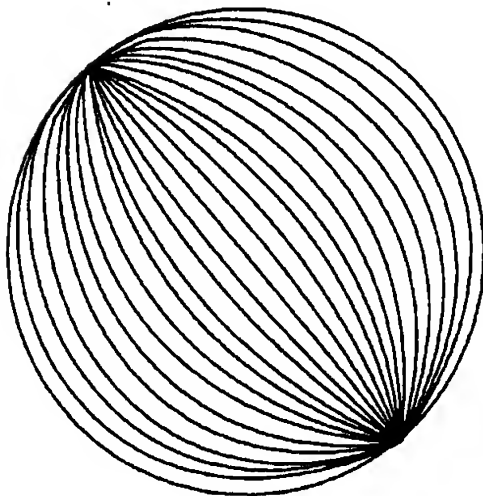
- در روی کره از دو نقطه تنها  
یک دایره عظیمه عبور می کند.  
مگر اینکه آن دو نقطه هم قطر  
باشند. که در این حالت از این دو  
نقطه بی نهایت دایره عظیمه قابل  
ترسیم است (تصویر ۱-۹).

- قوسی از دایره عظیمه که در  
روی یک کره دو نقطه را به هم  
وصل می کند، کوتاه ترین فاصله  
بین آن دو نقطه است (تصویر ۱-۸).

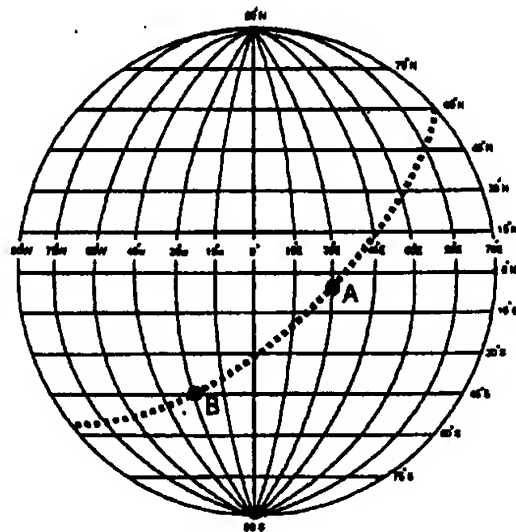
- هر دایره عظیمه کره را به دو نیم کره مساوی تقسیم می کند.

- تمام نصف النهارات دایره عظیمه هستند و تنها مدار استوا بین مدارات دایره عظیمه  
است.

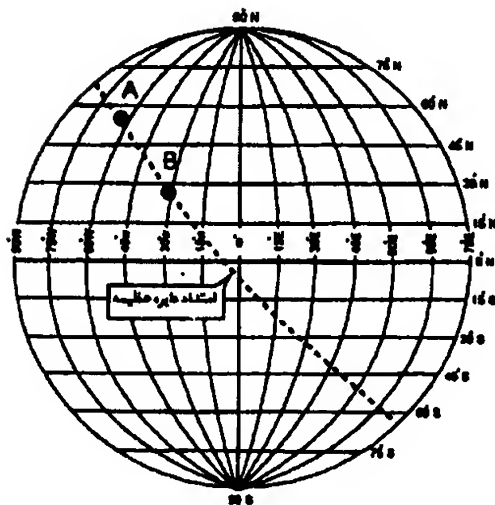
تصویر ۱-۹



تصویر ۱-۸



### - روش تعیین فاصله در امتداد یک دایره عظیمه



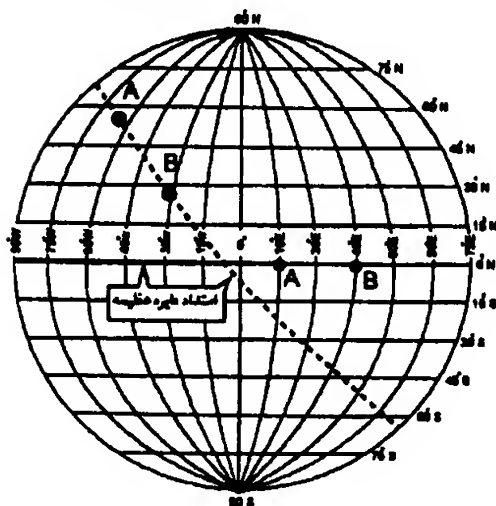
با استفاده از یک کره جغرافیایی می‌توان با توجه به ویژگیهای ذکر شده در مورد دوائر عظیمه فاصله دو نقطه را به تقریب اندازه گیری نمود. مراحل کار به شرح زیر است.

مرحله اول: ابتدا فاصله دو نقطه را به وسیله یک تکه نخ یا لوله کاغذ اندازه گرفته و سپس با انتقال آن به روی خط استوا، میزان درجات زاویه را، روی خط

استوا یا یکی از نصف النهارات قرائت می‌کنیم (تصویر ۱۰ - ۱). زیرا خط استوا دایره عظیمه‌ای است که درجات طول جغرافیایی روی آن ثابت است (تصویر ۱۱ - ۱).

مرحله دوم: هر درجه روی دایره عظیمه، به ترتیب در سطح زمین برابر ۱۱۱ کیلومتر (۶۹ مایل) است، بنابراین باید تعداد درجات قرائت شده را در ۱۱۱ کیلومتر ضرب کرد.

تصویر ۱۱ - ۱



جدول شماره ۱۲ - ۱ فاصله یک درجه در طول جغرافیایی

عرض جغرافیایی	فاصله به کیلومتر	عرض جغرافیایی	فاصله به کیلومتر	عرض جغرافیایی	فاصله به کیلومتر
۰	۱۱۱/۳۶۷	۳۰	۹۶/۵۲۸	۶۰	۵۵/۸۲۵
۱	۱۱۱/۳۴۹	۳۱	۹۵/۵۴۵	۶۱	۵۴/۱۳۱
۲	۱۱۱/۲۲۸	۳۲	۹۴/۵۳۳	۶۲	۵۲/۴۲۲
۳	۱۱۱/۲۴۱	۳۳	۹۳/۴۹۳	۶۳	۵۰/۶۹۶
۴	۱۱۱/۲۹۶	۳۴	۹۲/۴۲۵	۶۴	۴۸/۹۵۴
۵	۱۱۰/۹۴۵	۳۵	۹۱/۳۲۷	۶۵	۴۷/۱۹۶
۶	۱۱۰/۷۶۰	۳۶	۹۰/۲۰۳	۶۶	۴۵/۴۲۶
۷	۱۱۰/۵۴۳	۳۷	۸۹/۰۵۱	۶۷	۴۳/۶۳۹
۸	۱۱۰/۲۹۰	۳۸	۸۷/۸۷۱	۶۸	۴۱/۸۴۱
۱۰	۱۰۹/۶۸۶	۴۰	۸۵/۴۳۱	۷۰	۳۸/۲۰۴
۱۱	۱۰۹/۳۳۳	۴۱	۸۴/۱۷۷	۷۱	۳۶/۳۶۸
۱۲	۱۰۸/۹۴۹	۴۲	۸۲/۸۸۶	۷۲	۳۴/۵۲۰
۱۳	۱۰۸/۵۳۰	۴۳	۸۱/۵۷۵	۷۳	۳۲/۶۶۲
۱۴	۱۰۸/۰۷۹	۴۴	۸۰/۲۴۱	۷۴	۳۰/۷۹۳
۱۵	۱۰۷/۵۹۶	۴۵	۷۸/۸۸۰	۷۵	۲۸/۹۱۴
۱۶	۱۰۷/۰۷۹	۴۶	۷۷/۴۹۷	۷۶	۲۷/۰۲۹
۱۷	۱۰۶/۵۳۰	۴۷	۷۶/۰۸۹	۷۷	۲۵/۱۳۴
۱۸	۱۰۵/۹۴۹	۴۸	۷۴/۶۵۹	۷۸	۲۳/۲۲۹
۱۹	۱۰۵/۳۳۷	۴۹	۷۳/۲۰۳	۷۹	۲۱/۳۲۰
۲۰	۱۰۴/۶۹۲	۵۰	۷۱/۷۲۷	۸۰	۱۹/۴۰۲
۲۱	۱۰۴/۰۱۴	۵۱	۷۰/۲۲۸	۸۱	۱۷/۴۸۰
۲۲	۱۰۳/۳۰۶	۵۲	۶۸/۷۰۸	۸۲	۱۵/۵۵۱
۲۳	۱۰۲/۵۶۵	۵۳	۶۷/۱۶۸	۸۳	۱۳/۶۱۷
۲۴	۱۰۱/۷۹۵	۵۴	۶۵/۶۰۴	۸۴	۱۱/۶۸۱
۲۵	۱۰۰/۹۹۴	۵۵	۶۴/۰۲۲	۸۵	۹/۷۳۹
۲۶	۱۰۰/۱۶۰	۵۶	۶۲/۴۲۰	۸۶	۷/۷۹۶
۲۷	۹۹/۲۹۷	۵۷	۶۰/۷۹۸	۸۷	۵/۸۴۹
۲۸	۹۸/۴۰۵	۵۸	۵۹/۱۵۹	۸۸	۳/۸۹۹
۲۹	۹۷/۸۴۱	۵۹	۵۷/۵۰۱	۸۹	۱/۹۵۰
۳۰	۹۶/۵۲۸	۶۰	۵۵/۸۲۵	۹۰	۰/۰۰۰

### - روش تعیین فاصله در امتداد مدارات (دوایر صغیره)

چون بغیر از خط استوا سایر مدارات دوایر عظیمه نیستند، بنابراین، فواصل بر اساس طول یک درجه، در همه مدارات یکسان نیست و ثبت آن از استوا به سوی قطبین کاهش یافته و در نهایت در قطب به صفر می‌رسد. جدول ۱۲ - ۱ طول یک درجه را بر حسب عرضهای جغرافیایی نشان می‌دهد. کافی است فاصله دو نقطه در امتداد یک عرض جغرافیایی را اندازه گرفته و بر حسب فواصل درجه‌ای مندرج در جدول ۱۲ - ۱، فاصله آن دو نقطه را محاسبه نمود.

### تمرین

۱ - با استفاده از یک کره جغرافیایی، فواصل نقاط زیر را در امتداد دایره عظیمه آن نقاط به دست آورید.

تهران تا زاهدان - تهران تا مسکو - پاریس تا نیویورک - تهران تا مکه - بغداد تا دهلی - توکیو تا لندن

۲ - چنانچه بخواهیم از مختصات طول ۴۵ درجه شرقی و عرض ۳۰ درجه شمالی حرکت نموده و به مختصات طول ۵ درجه شرقی و عرض ۵۰ درجه شمالی برسیم، کوتاهترین مسیر را تعیین نموده و فاصله آن دو نقطه را محاسبه کنید.

۳ - فاصله دو نقطه در امتداد عرض ۴۰ درجه شمالی را با استفاده از جدول ۱۲ - ۱ به دست آورید.



## موقعیت

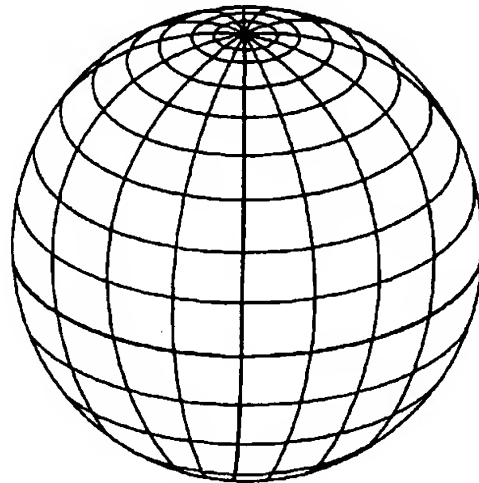
### - تعیین موقعیت

تعیین موقعیت یک پدیده را نسبت به پدیده‌های مجاور، موقعیت نسبی گویند. برای مثال تعیین موقعیت یک کشور نسبت به کشورهای همجوار، همچنین وقتی می‌خواهیم با شخصی در نقطه‌ای که برای هر دو شناخته شده باشد، وعده ملاقات بگذاریم، محل ملاقات به کمک نام خیابان، کوچه‌ها و نظایر آن تعیین می‌شود. اما هنگامی که محل برای طرفین ناشناخته باشد، یا اطلاعات محلی بگونه‌ای باشد که نتوان آدرس آن شخص را عنوان کرد، چگونه باید عمل کرد؟ بدیهی است موقعیت نسبی دقت لازم را ندارد و از طرفی کره زمین بسیار وسیع است و نمی‌توان به طور ساده موقعیتها را تعیین و معرفی نمود. از این رو باید از روش دقیق و یکنواختی استفاده نمود که به آسانی قابل تفهیم و فرا گرفتن باشد. این روش در واقع تعیین «موقعیت ریاضی» نقاط است و آن، تعیین موقعیت دقیق یک نقطه با استفاده از نصف النهار و مداری است که از آن نقطه عبور می‌کند و به عبارتی تعیین درجات طول و عرض جغرافیایی آن نقطه می‌باشد.

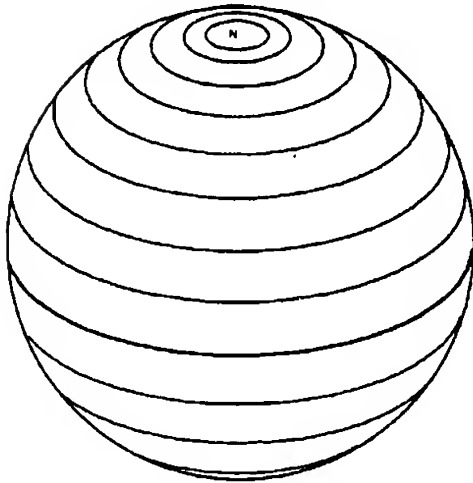
### - مختصات جغرافیایی

در روی کره خطوطی قراردادی ترسیم شده است که نسبت به هم عمود بوده و از مشرق به مغرب و از شمال به جنوب امتداد یافته‌اند. این خطوط مختصات یا طول و عرض جغرافیایی نامیده می‌شوند. به وسیله این خطوط موقعیت (آدرس) هر نقطه روی کره زمین مشخص می‌گردد. این روش را «موقعیت ریاضی» آن نقطه می‌گویند.

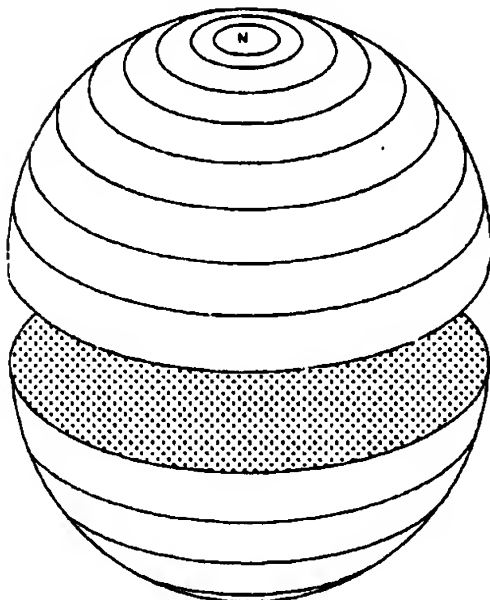
تصویر ۱-۲



تصویر ۲-۲



«مدارات» یا عرض‌های جغرافیایی خطوطی هستند که به موازات هم و در حد فاصل قطبهای شمالی و جنوبی کشیده شده‌اند. این خطوط، در واقع دایره‌ای هستند که بزرگترین آنها دایره «استوا» است (تصویر ۲-۲).



دایره استوا، کره زمین را به دو نیمکره شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند (تصویر ۲-۳). از استوا به سمت قطبین و به موازات آن، می‌توان دایره‌های بی‌شماری ترسیم نمود که محیط آنها به سوی قطبهای شمالی و جنوبی کاهش یافته و در نهایت در قطبین به صفر می‌رسد (تصویر ۲-۲).

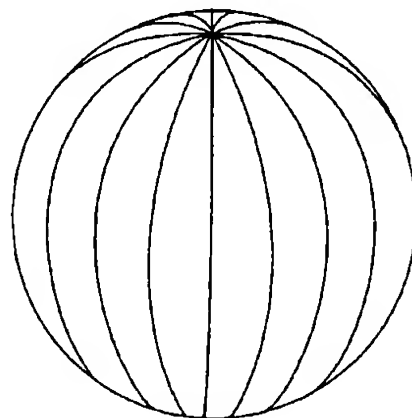
«نصف النهارات» یا طول‌های جغرافیایی، دایره‌هایی هستند که از هر دو قطب عبور می‌کنند (تصویر ۲-۴). در روی یک کره جغرافیایی، می‌توان بی‌نهایت

نصف‌النهار ترسیم نمود که همگی دایره‌هایی یک اندازه هستند. از آنجا که

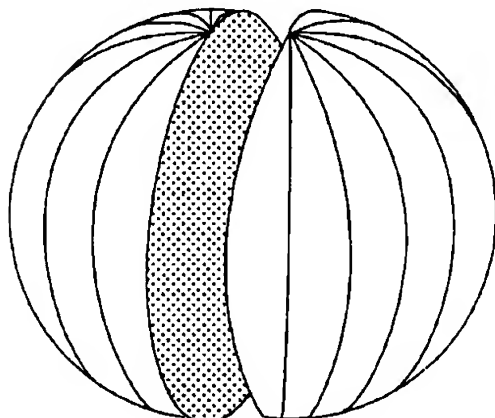


نصف النهارات هیچ اختلافی با هم ندارند، بنابراین براساس توافق در سطح بین‌المللی، نصف النهاری را که از رصدخانه گرینیچ در نزدیکی لندن عبور می‌کند، به عنوان نصف النهار مبدأ قرار داده‌اند. این نصف النهار، کره زمین را به دو نیمکره شرقی و غربی تقسیم می‌کند (تصویر شماره ۵ - ۲).

تصویر ۲ - ۴



تصویر ۲ - ۵



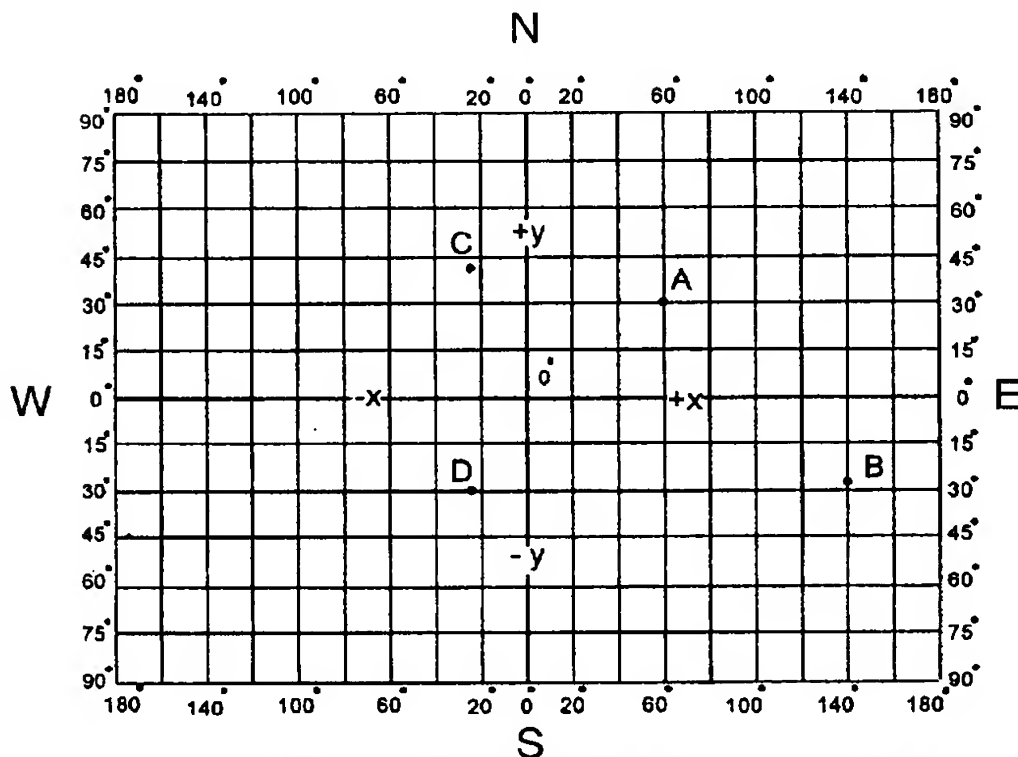
اگر مدارات و نصف النهارات با فاصله مساوی در روی یک کره ترسیم شوند، یک «شبکه جغرافیایی» به دست می‌آید. تصویر ۶ - ۲ یک شبکه متعامد جغرافیایی را بر روی یک صفحه مستوی نشان می‌دهد. این شبکه در مرکز دارای یک سیستم مختصات است (محور X استوا و محور Y گرینیچ). خط استوا، محور اصلی این مختصات در جهت افقی بوده و نصف النهار گرینیچ محور اصلی این مختصات در جهت عمودی است. نصف النهارها از گرینیچ صفر درجه به سمت مشرق تا ۱۸۰ درجه شرقی و به سمت مغرب تا ۱۸۰ درجه غربی تقسیم می‌شوند. مدارها نیز از خط استوا صفر درجه به سمت قطب شمال، تا ۹۰ درجه شمالی و به سمت قطب جنوب تا ۹۰ درجه جنوبی تقسیم می‌شوند (تصویر ۶ - ۲).

موقعیت هر نقطه در شبکه جغرافیایی با مشخص کردن فاصله آن از دایره استوا و نصف النهار مبدأ «گرینیچ»، به دست می‌آید. فاصله هر نقطه از نصف النهار مبدأ، «طول جغرافیایی» آن و فاصله هر نقطه از استوا، «عرض جغرافیایی» آن نقطه گفته می‌شود. واحد اندازه‌گیری طول و عرض جغرافیایی، درجه می‌باشد. هر درجه به ۶۰ دقیقه و هر

دقیقه به ۶۰ ثانیه تقسیم می شود.

(علامت درجه ° دقیقه - و ثانیه + است.) (مثال ۱۰° ۲۰' ۲۵")

تصویر ۶-۲



برای مثال مختصات نقاط A و B و C و D در نقشه ۶-۲، به ترتیب عبارتند:

$$B = \frac{۲۷^{\circ}S}{۱۴^{\circ}E}$$

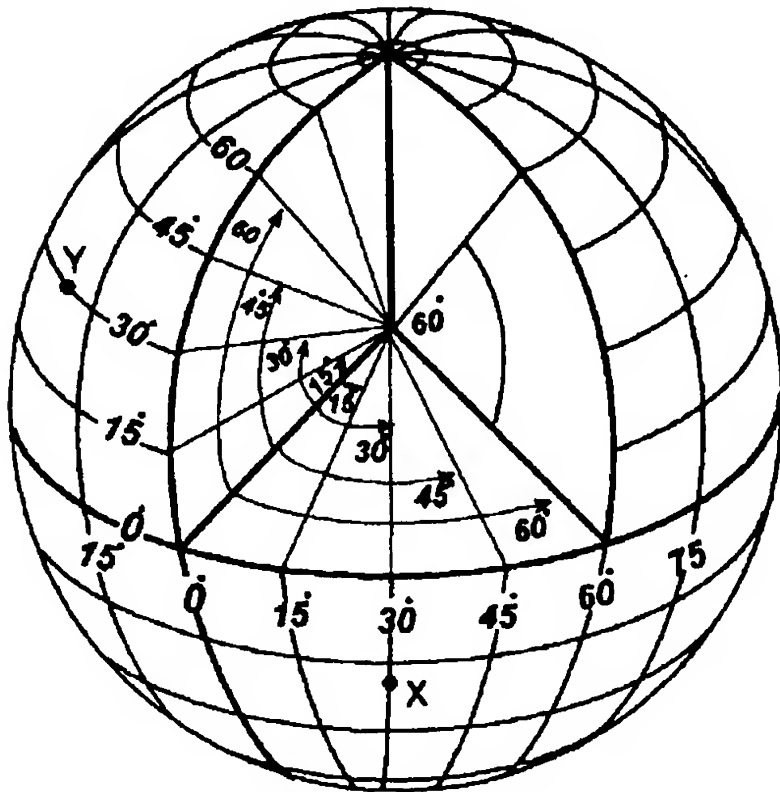
$$D = \frac{۳۰^{\circ}S}{۲۵^{\circ}W}$$

$$A = \frac{۶۰^{\circ}E}{۳۰^{\circ}N}$$

$$C = \frac{۲۵^{\circ}W}{۴۰^{\circ}N}$$

براین اساس می توان موقعیت ریاضی هر نقطه ای در سطح کره زمین را با دقت بسیار، از طریق شبکه جغرافیایی به دست آورد. در حقیقت، درجات طول و عرض جغرافیایی زاویه ای است که این نقاط نسبت به مرکز کره ایجاد می کنند. تصویر ۷-۲، نحوه تشکیل این زوایا را نشان می دهد. در واقع طول جغرافیایی یک نقطه (X)، زاویه ای است که این نقطه نسبت به نصف النهار مبدأ (صفحه گرینیچ) می سازد. برای مثال زاویه نقطه X، نسبت به گرینیچ از مرکز کره، ۳۰ درجه طول شرقی است. و زاویه نقطه Y، نسبت به مدار مبدأ (خط استوا) از مرکز کره، ۳۰ درجه عرض شمالی است.

تصویر ۷-۲



### - تعیین موقعیت نقاط از روی نقشه

برای تعیین موقعیت نقاط در روی کره زمین از سه نوع سیستم مختصات استفاده می شود.

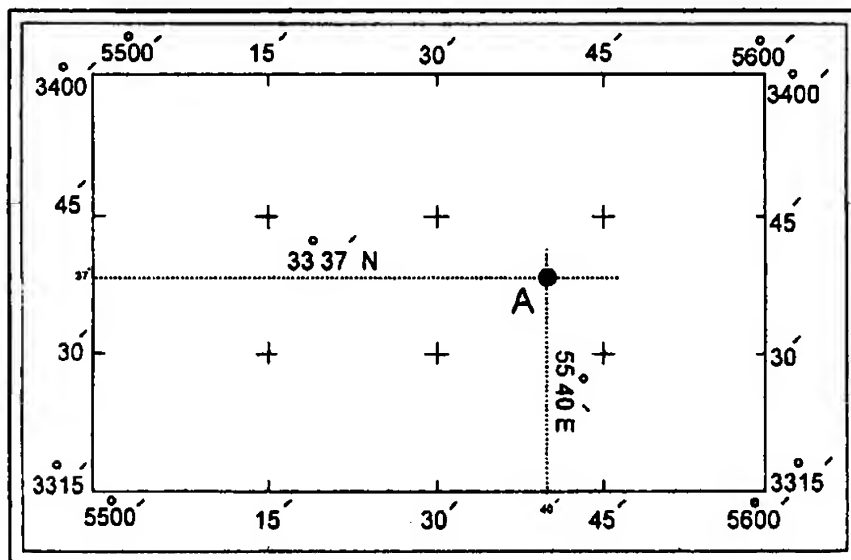
### ۱- تعیین موقعیت از طریق «مختصات جغرافیایی»

همان گونه که اشاره گردید، فاصله زاویه‌ای هر نقطه از خط استوا را، عرض جغرافیایی آن نقطه و فاصله زاویه‌ای هر نقطه را از نصف النهار مبدأ (گرینیچ) طول جغرافیایی آن نقطه می‌گویند. طول و عرض یک نقطه با این روش، «مختصات جغرافیایی» آن نقطه است. برای مثال روش به دست آوردن مختصات، روی نقشه شماره ۸-۲ به شرح زیر می‌باشد:

- از آنجا که مختصات کامل را در چهارگوش اصلی نقشه ثبت می نمایند، بنابراین، به

دست آوردن موقعیت یک نقطه نظیر نقطه A، بر اساس محور مختصات از یکی از گوشه‌های نقشه آغاز می‌گردد. به دلیل خلاصه شدن مختصات، از تکرار درجات طول و عرض در حد فاصل چهارگوش نقشه، خودداری شده و فقط دقیقه‌ها ذکر شده است.

تصویر ۸ - ۲



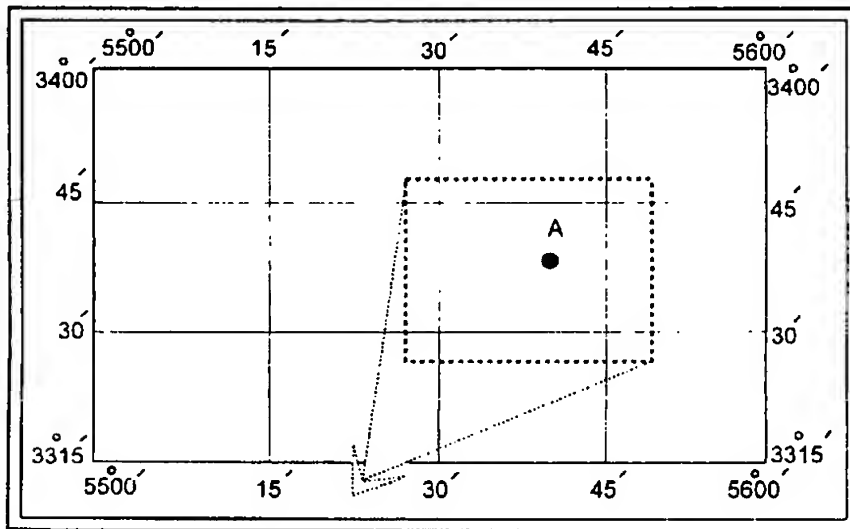
- برای به دست آوردن طول جغرافیایی نقطه A، ابتدا مختصات ۵۵ درجه از گوشه نقشه قرائت شده و سپس با توجه به طول جغرافیایی آن نقطه، مختصات ۴۰ دقیقه قرائت می‌گردد. قابل ذکر است که برای پرهیز از تراکم علائم نقشه، در بسیاری از نقشه‌ها خطوط مختصات در متن نقشه بطور کامل ترسیم نمی‌گردند. بلکه محل تقاطع آنها با علامت (+) مشخص می‌گردد. پس برای سهولت قرائت مختصات، می‌توان برای نقطه مورد نظر با مداد و خط کش، مختصات مستقل ترسیم نمود.

- برای به دست آوردن عرض جغرافیایی نیز، به همان ترتیب قبلی عمل می‌گردد. برای پیدا کردن موقعیت شرقی - غربی یا شمالی - جنوبی بودن نقشه در شبکه جهانی، کافی است به این نکته توجه نمود که درجات طول و عرض جغرافیایی در چهار گوشه نقشه، به چه سویی افزایش می‌یابند (نقشه شماره ۸ - ۲) بدیهی است، بر اساس محور مختصات چنانچه درجات به سمت راست (شرق) افزایش یابند، موقعیت شرقی و چنانچه به سمت بالا (شمال) افزایش یابند، موقعیت شمالی است و بالعکس. بنابراین،

مختصات نقطه A عبارت از  $55^{\circ}40'$  طول شرقی و  $33^{\circ}37'$  عرض شمالی است.  
- در نقشه‌های بزرگ مقیاس می‌توان رقم ثانیه‌ها را نیز به ترتیب ذکر شده به دست آورد.

- چنانچه در نقشه‌های بزرگ مقیاس، به دست آوردن مختصات نیاز به دقت زیادی داشته باشد، می‌توان به دو روش عمل نمود.

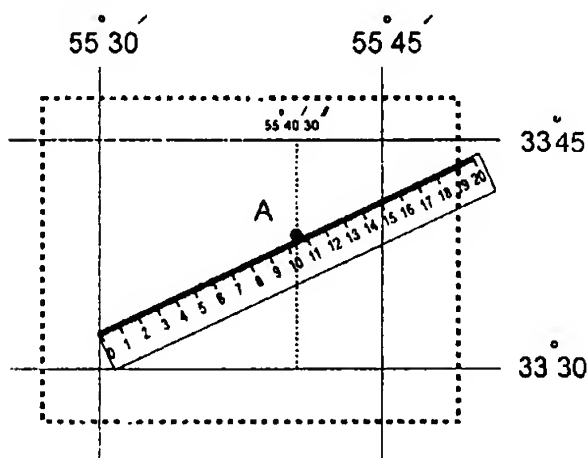
تصویر ۹ - ۲



الف - تعیین مختصات با استفاده از خط‌کش یا اشل

- برای وضوح بیشتر، موقعیت نقطه A در روی نقشه ۹ - ۲، در حد فاصل دو مدار و نصف النهار ۱۵ دقیقه‌ای نشان داده شده است.

تصویر ۱۰ - ۲



- همانند تصویر شماره

۱۰ - ۲، می‌توان با استفاده از یک

خط‌کش مختصات را به طور

دقیق قرائت نمود. برای سهولت

کار، خط‌کش طوری قرار داده

شده که هر سانتیمتر آن برابر یک

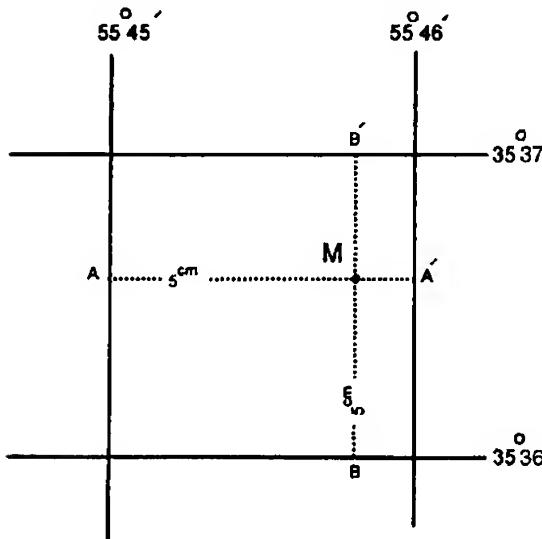
دقیقه باشد. بنابراین، با توجه به

تصویر شماره ۱۰ - ۲، طول

جغرافیایی نقطه A، دقیقاً برابر ۵۵ درجه و ۴۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه است. عرض جغرافیایی این نقطه را نیز می‌توان به ترتیب ذکر شده به دست آورد.

- چنانچه به دست آوردن موقعیت نقاط زیادی روی نقشه لازم باشد، می‌توان از خط‌کش اشل استفاده کرد. بدیهی است تقسیمات جزئی اشل، با توجه به فاصله مختصات روی نقشه خواهد بود.

تصویر ۱۱ - ۲



ب - تعیین مختصات دقیق از طریق تناسب

- علاوه بر روش فوق، می‌توان مختصات نقطه مورد نظر را نسبت به دو مدار و دو نصف النهار مجاورش، از طریق تناسب به دست آورد. روش کار به ترتیب زیر است:

- برای به دست آوردن طول جغرافیایی دقیق نقطه M، خط A A' ترسیم شده است. طول این خط برابر ۵ سانتیمتر است و فاصله نقطه M از نصف النهار سمت چپ، ۴ سانتیمتر می‌باشد. بنابراین، از طریق

تناسب، طول جغرافیایی دقیق نقطه M، به شرح زیر است. (۵۵°۴۵'۴۸'')

$$\frac{5 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = \frac{60 \text{ ثانیه}}{X} \rightarrow 4 \text{ cm} \times 60 \text{ ثانیه} \div 5 \text{ cm} = 48''$$

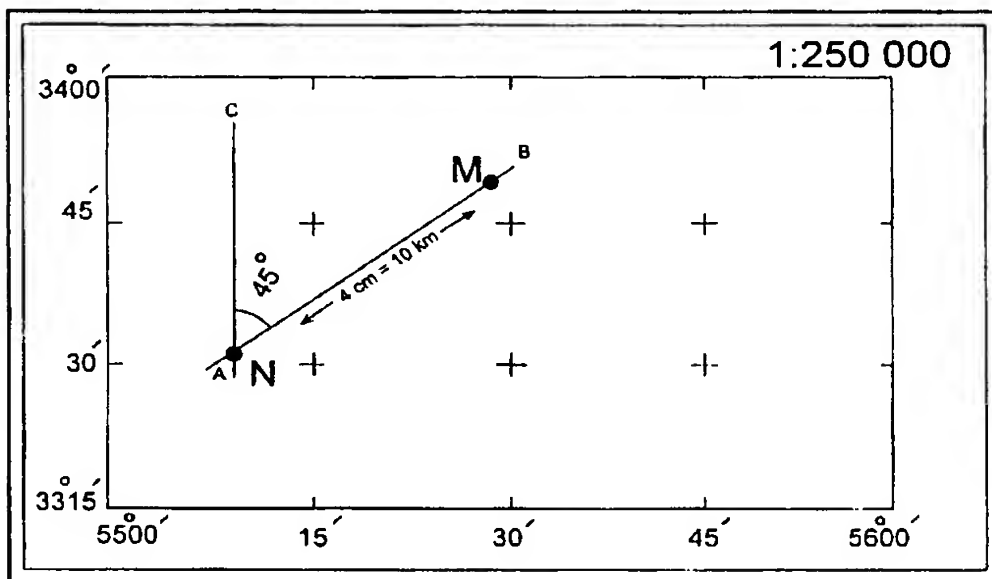
- در مورد عرض جغرافیایی دقیق نقطه مورد نظر نیز با ترسیم خط BB'، به همان ترتیب فوق عمل می‌شود. چنانچه طول این خط ۵ سانتیمتر و فاصله نقطه M از مدار پایین ۳ سانتیمتر باشد. عرض جغرافیایی دقیق روستا از طریق تناسب به شرح زیر است (۳۵°۳۶'۳۶'').

$$\frac{5 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} = \frac{60 \text{ ثانیه}}{X} \rightarrow 3 \text{ cm} \times 60 \text{ ثانیه} \div 5 \text{ cm} = 36''$$

## ۲ - سیستم مختصات قطبی مسطحاتی

در این سیستم، موقعیت یک نقطه نسبت به نقطه دیگر، از طریق تعیین فاصله و زاویه به دست می آید. برای مثال، روش تعیین مختصات قطبی نقطه M نسبت به نقطه N به شرح زیر می باشد:

تصویر ۱۲ - ۲



ابتدا از نقطه N به عنوان نقطه مبدأ (A)، یک محور مقایسه ترسیم می گردد (AC). این محور عموماً موازی با نصف النهارات و در جهت شمال حقیقی انتخاب می گردد (تصویر ۱۲ - ۲).

- از نقطه مبدأ (A)، محور AB ترسیم می گردد.

- زاویه بین محور AC و AB، با استفاده از یک نقاله به دست می آید.

- در نهایت فاصله دو نقطه در امتداد AB، بر حسب متر یا کیلومتر و با استفاده از

مقیاس نقشه محاسبه می گردد. بدین ترتیب مختصات قطبی نقطه M، برابر ۴۵ درجه و ۱۰ کیلومتر می باشد.

### ۳- سیستم مختصات قائم الزاویه

در روی کره جغرافیایی مدارات و نصف النهارات، به صورت خطوط منحنی ظاهر شده و چهار ضلعی‌های حاصل از تقاطع آنها، هم اندازه نیست و چون باکمک هیچیک از سیستم‌های تصویری نمی‌توان به طور واقعی شبکه متعامدی به دست آورد که در آن فاصله مدارات و نصف النهارات مساوی باشد و چهار ضلعی‌های حاصل از آنها مربع واقعی باشند، بنابراین در شبکه جغرافیایی، فواصل، با واحدهای درجات زاویه بیان می‌شود (برای درک بهتر، درس ۶ سیستم تصویر نقشه را بخوانید). چون نمی‌توان فواصل زاویه‌ای را به آسانی به واحدهای خطی طول تبدیل کرد، بنابراین برای رفع این مشکل، در بیشتر موارد به همراه شبکه جغرافیایی، یک شبکه مختصات قائم الزاویه‌ای نیز در روی نقشه چاپ می‌شود که به وسیله آن می‌توان، موقعیت نقاط را با بیان فاصله آن نسبت به محورهای اصلی شبکه بر حسب متر (یا واحدهای دیگر متریک)، مشخص نمود.

شبکه‌بندی قائم الزاویه‌ای انواع مختلفی دارد که از نظر ابعاد و جهت خطوط با یکدیگر متفاوت بوده، ولی همه آنها از نظر عمود بودن خطوط با هم مشترک هستند. از جمله شبکه‌بندی‌های قائم الزاویه‌ای که امروزه متداول هستند، عبارتند از:

- شبکه بندی جهانی مرکاتور معکوس <sup>(۱)</sup>U.T.M

- شبکه بندی جهانی استرئوگرافیک قطبی <sup>(۲)</sup>U.P.S

- شبکه بندی جهانی جئورف (ژئورف) <sup>(۳)</sup>G.R.S

برای یادگیری نحوه به دست آوردن مختصات از طریق شبکه UTM، به درس ۱۵ مراجعه کنید.

1- Universal Transvers Mercator

2- Universal Polar Sterographic

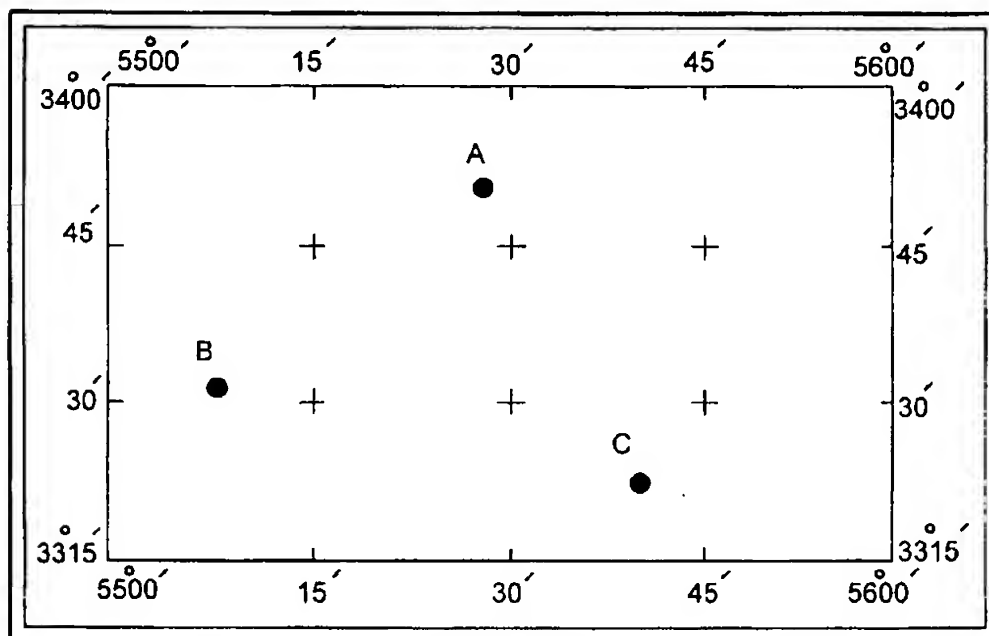
3- Geographic Reference System



# تمرین

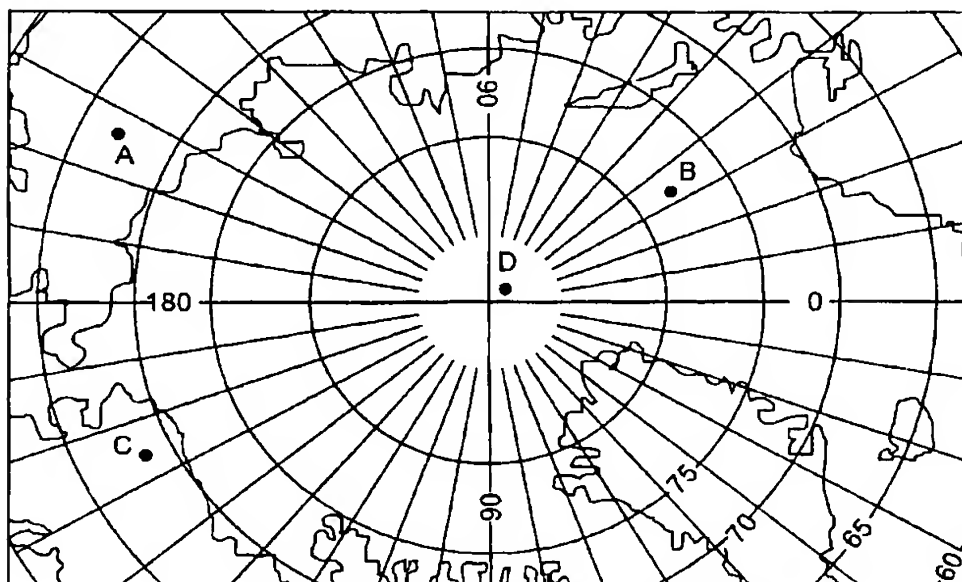
۱- مختصات نقاط A، B و C را در نقشه شماره ۱۳-۲ به دست آورید.

تصویر ۱۳-۲



۲- مختصات نقاط A، B، C و D را در نقشه شماره ۱۴-۲ به دست آورید.

تصویر ۱۴-۲



۳- موقعیت نقاطی با مختصات  $25^{\circ}30'N$  و  $32^{\circ}10'E$  را روی یک کره جغرافیایی پیدا کنید.

۴- با استفاده از یک کره جغرافیایی یا یک اطلس موقعیت ریاضی چند نقطه، نظیر شهری که در آن سکونت دارید، پایتخت ایران و نظایر آن را به دست آورده و معرفی نمایید.

۵- مختصات متریک چند نقطه را از روی یک نقشه مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ توپوگرافی (نقشه‌های عملیات مشترک) به دست آورید.

۶- مختصات قطبی شهر کرج را نسبت به شهر تهران به دست آورید.

۷- مختصات چند نقطه را به دلخواه در روی یک نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ برحسب درجه، دقیقه و ثانیه به دست آورید.

## جهت‌ها و امتدادها

### - جهت

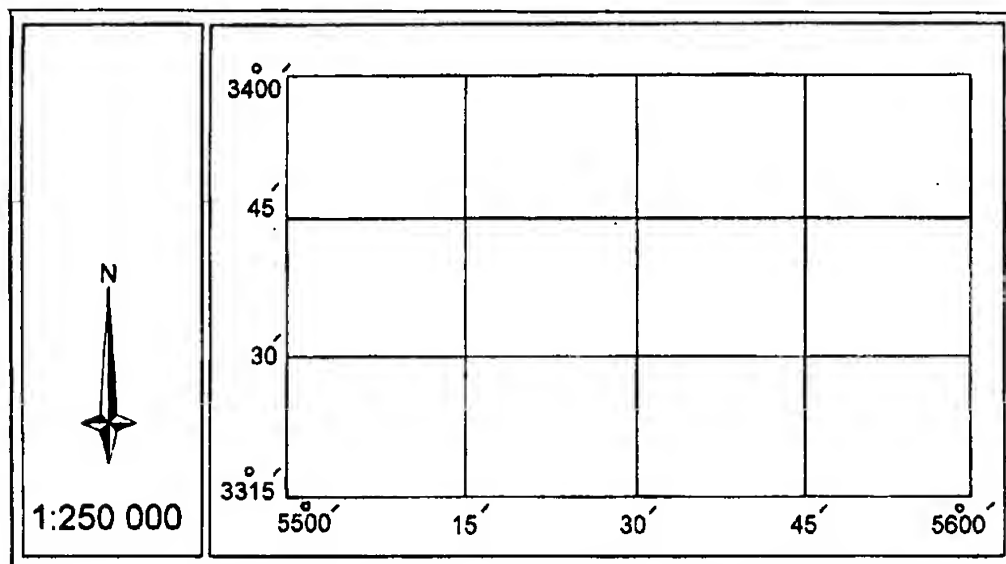
ما به طور روزمره، جهت بعضی از عوامل یا پدیده‌ها را با اصطلاحات سمت راست سمت چپ، جلو، عقب و نظایر آن نشان می‌دهیم. در واقع جهت آن پدیده‌ها را نسبت به یک نقطه مبدأ مشخص می‌کنیم. این نقطه مبدأ، ممکن است شخص ناظر یا مکان معینی باشد. اما در روی نقشه‌های جغرافیایی، امتداد نقطه شمال جغرافیایی به عنوان مبدأ مورد استفاده قرار می‌گیرد و جهت و امتداد هر نقطه‌ای در سطح زمین نسبت به امتداد شمال به عنوان مبدأ مقایسه می‌گردد.

براین اساس نصف النهارات، امتداد شمال به جنوب و مدارات، امتداد مشرق به مغرب را نشان می‌دهند. چون در روی اغلب نقشه‌های جغرافیایی شبکه مختصات ترسیم شده است بنابراین با استفاده از این شبکه می‌توان جهت و امتداد خطوط و پدیده‌ها را نسبت به یکدیگر مقایسه نمود (نقشه شماره ۱ - ۳).

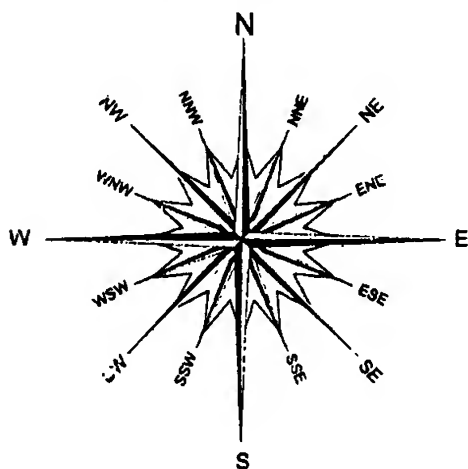
نحوه تعیین امتدادها و جهات، بسته به هدف و میزان دقت مورد نیاز متفاوت است. برای توصیف جهت و امتداد کلی بعضی از عناصر خطی، مقایسه امتداد آنها با امتداد مدارات و نصف النهارات کفایت می‌کند، ولی در بعضی از کارهای دقیق، نظیر اهداف نظامی و ناوبری، باید زاویه‌ای را که امتداد نقطه مورد نظر با امتداد شمال جغرافیایی تشکیل می‌دهد، بدقت اندازه‌گیری نمود.

هنگامی که دقت زیاد لازم نباشد، امتداد مورد نظر با امتداد چهار جهت اصلی و چهار جهت فرعی بیان می‌شود. این جهات دشت‌گانه، می‌توانند حداکثر به ۱۶ جهت اصلی و فرعی افزایش یابند (تصویر ۲ - ۳).

نقشه ۱ - ۳ امتداد مدارات و نصف النهارات، دو جهت اصلی را نشان می دهند.



تصویر ۲ - ۳ جهات ۱۶ گانه اصلی و فرعی



=N شمال

=NNE شمال شمال شرقی

=NE شمال شرقی

=ENE مشرق شمال شرقی

=E مشرق

=ESE مشرق جنوب شرقی

=SE جنوب شرقی

=SSE جنوب جنوب شرقی

=S جنوب

=SSW جنوب جنوب غربی

=SW جنوب غربی

=WSW مغرب جنوب غربی

=W مغرب

=WNW مغرب شمال غربی

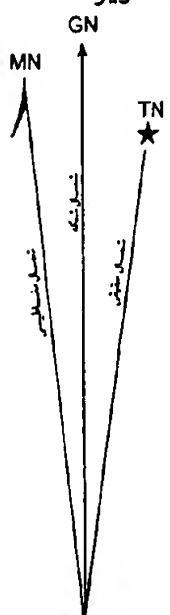
=NW شمال غربی

=NNW شمال شمال غربی

## انواع شمالها

همان‌گونه که اشاره گردید، در تعیین جهت و امتداد نقاط و موقعیتها، امتداد شمال به عنوان امتداد مبدأ در نظر گرفته می‌شود. به طور کلی در کارهای جغرافیایی برای سنجش امتدادها، سه امتداد مبنا به شرح زیر وجود دارد.

تصویر ۳-۳



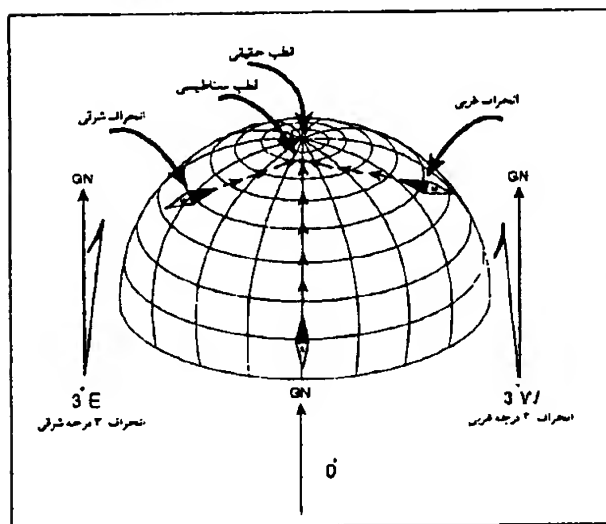
### ۱- شمال حقیقی یا شمال جغرافیایی

امتداد شمال حقیقی هر نقطه همان گونه که قبلاً اشاره گردید، امتداد نصف‌النهاری است که از آن نقطه می‌گذرد. بدیهی است نصف‌النهارها به قطب شمال حقیقی ختم می‌گردند. امتداد شمال حقیقی را با یک فلش یا علامت ستاره، در حاشیه نقشه نشان می‌دهند (تصویر ۳-۳).

### ۲- شمال مغناطیسی

هنگام استفاده از نقشه و توجیه آن، مشخص نمودن امتداد شمال حقیقی در روی زمین مشکل است و عموماً برای رفع این مشکل، از قطب‌نما استفاده می‌نمایند. جهت شمالی که عقربه قطب‌نما

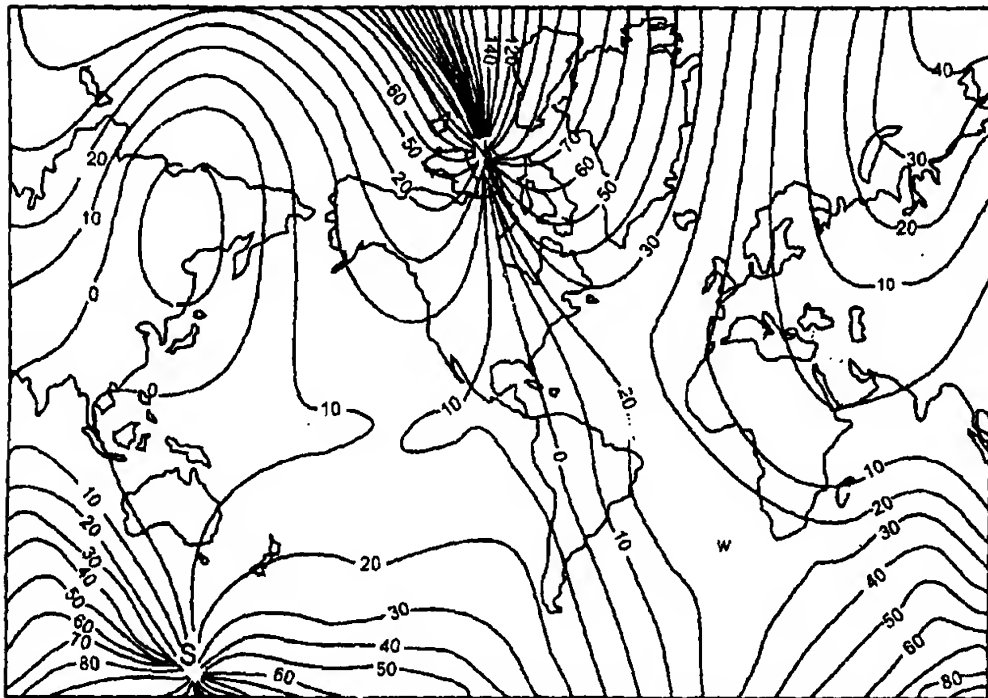
تصویر ۳-۴



نشان می‌دهد، «شمال مغناطیسی» می‌باشد. این امتداد، بر امتداد شمال حقیقی منطبق نیست و شمال مغناطیسی نسبت به شمال حقیقی، دارای مقداری انحراف است که آن را «انحراف مغناطیسی» می‌گویند. زاویه انحراف مغناطیسی در همه جا ثابت

نیست و به طرز مکانی و از محلی به محل دیگر و نیز به طور زمانی، از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند (تصویر ۳-۴). (ضمیمه ۳ در نقشه‌های توپوگرافی) (درس ۸ را بخوانید). بویژه در نقشه‌های مخصوص ناوبری هوایی و دریایی، مقدار و جهت زاویه انحراف برای یک سال معین مشخص شده است که در همان سال قابل استفاده است و برای سالهای بعد باید بازنگری گردد. علاوه بر این از نقشه‌های ایزوگونیک<sup>(۱)</sup> که در آنها نقاط دارای زاویه انحراف یکسان با منحنی‌های هم ارزش (ایزوپلت) نشان داده می‌شود، می‌توان استفاده کرد (نقشه ۵ - ۳).

نقشه شماره ۵ - ۳ نقشه ایزوگونیک دنیا برای سال ۱۹۸۰ میلادی



- قطب شمال مغناطیسی در سال ۱۹۸۰ میلادی در شمال غربی کانادا و در جنوب جزیره کینگ کریستین<sup>(۲)</sup>، در حدود عرض جغرافیایی ۷۷ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و ۱۰۲ درجه طول غربی قرار داشته است. قطب مغناطیسی از آن زمان به طور متوسط حدود ۲۴ کیلومتر در سال به سمت قطب شمال جابجاء شده است.

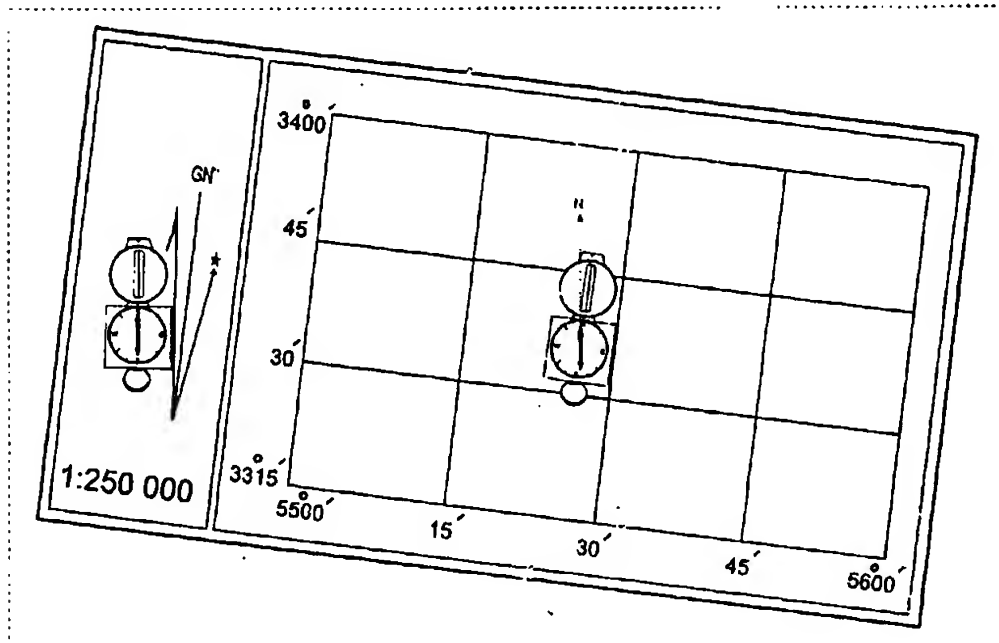
1- Isogonic

2- King Christian

۳- شمال شبکه<sup>(۱)</sup>

امتداد شمالی محورهای شبکه را در مختصات قائم الزاویه ای، شمال شبکه می نامند. به عبارت دیگر اگر خطوط افقی مختصات را محور X و خطوط عمودی مختصات را محور Y بنامیم، امتداد محور Y، در واقع همان شمال شبکه است که آن را با حروف GN نمایش می دهند. در نقشه هایی که به دقت زیادی نیازمندند، اطلاعات لازم برای تبدیل این سه امتداد بر یکدیگر، در حاشیه نقشه ثبت شده است (تصویر شماره ۳-۳). بدین منظور برای توجیه نقشه در جهت شمال حقیقی کافی است قطب نما را در مجاور فلش امتداد مغناطیسی قرار داده و آن قدر نقشه را بچرخانید تا عقربه شمال قطب نما در جهت فلش قرار گیرد (تصویر ۳-۶). یا می توان به وسیله یک نقاله با اضافه یا کسر نمودن میزان انحراف مغناطیسی، زاویه شمال مغناطیسی را به شمال شبکه و بالعکس تبدیل نمود.

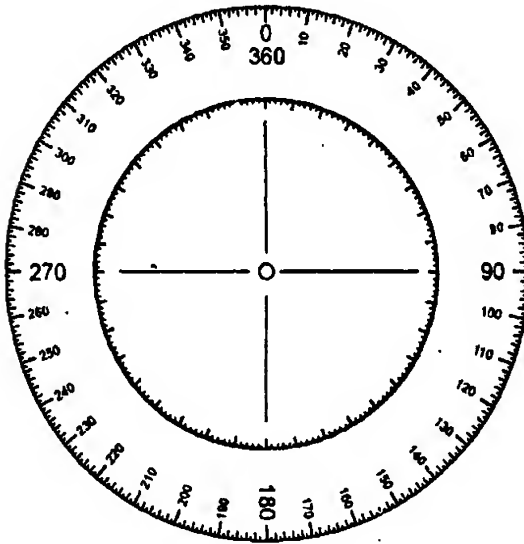
تصویر ۳-۶



### ۱- واحدهای اندازه‌گیری زاویه در روی نقشه

هنگامی که در تعیین جهات و امتدادها دقت زیادی لازم باشد، زاویه بین عناصر و پدیده‌های مورد نظر روی نقشه، به وسیله نقاله نسبت به شمال اندازه‌گیری می‌شود. واحدهای اندازه‌گیری زاویه سه نوع است.

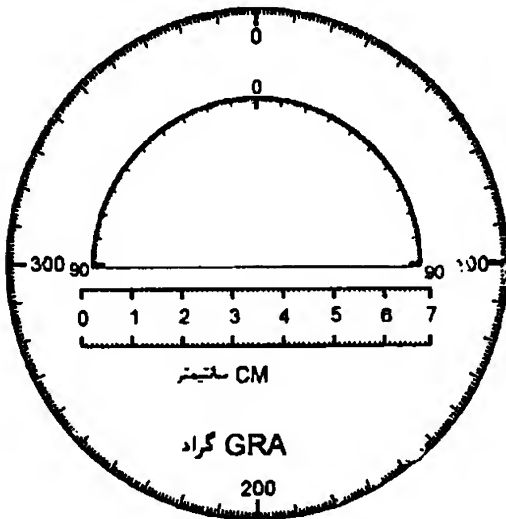
#### ۱- درجه<sup>(۱)</sup>



$\frac{1}{360}$  پیرامون هر دایره را یک درجه می‌نامند. هر درجه برابر ۶۰ دقیقه و هر دقیقه برابر ۶۰ ثانیه است. در کارهای جغرافیایی عموماً از واحد درجه استفاده می‌نمایند. تصویر ۷-۳، یک نقاله ۳۶۰ درجه‌ای را نشان می‌دهد.

#### ۲- گراد<sup>(۲)</sup>

تصویر ۸-۳



$\frac{1}{400}$  پیرامون دایره را یک گراد یا گون می‌نامند. هر گراد به صد دقیقه صد قسمتی، تحت عنوان سانتی‌گراد و هر سانتی‌گراد به صد میلی‌گراد تقسیم می‌شود. در واقع گراد واحد اندازه‌گیری زاویه در سیستم متریک و بویژه در کارهای نقشه‌برداری است و محاسبه آن فوق‌العاده ساده‌تر از سایر واحدهاست. تصویر ۸-۳،

1- Millièm

2- Graid



یک نقاله گرادى را نشان مى دهد.

### ۳ - میلیم

$\frac{1}{6400}$  پیرامون دایره و عبارت است از زاویه یک طول یک واحدی در فاصله هزار واحد، یا به عبارت ساده تر یک طول یک متری در فاصله ۱۰۰۰ متری زاویه‌ای می‌سازد که به آن یک میلیم می‌گویند. واحد میلیم در امور نظامی کاربرد دارد.

### - اندازه‌گیری زاویه آزیموت<sup>(۱)</sup> و زاویه برینگ<sup>(۲)</sup> در روی نقشه

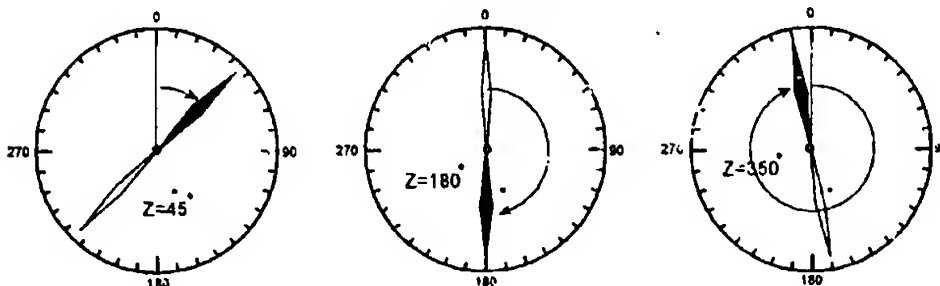
هنگامی که در روی زمین از نقشه استفاده می‌کنیم، لازم است مسیر یک جاده، رودخانه یا نقطه خاصی را که در سمتی نسبت به ما قرار گرفته است، به طور دقیق مشخص نموده و بیان کنیم. برای این منظور، ناظر باید زاویه افقی بین امتداد نقطه مورد نظر را نسبت به امتداد مبنای شمال بدست آورد. واحد مشترک مورد استفاده در روی نقشه، واحد درجه ۳۶۰ درجه‌ای است. سایر واحدهای ذکر شده، نظیر میلیم و گراد در موارد خاص استفاده می‌گردند.

برای اندازه‌گیری زاویه نقاط مورد نظر نسبت به مبنای شمال، دو سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ۱ - زاویه آزیموت

آزیموت یک امتداد، زاویه آن امتداد نسبت به امتداد شمال است که از صفر تا ۳۶۰ درجه در جهت عقربه‌های ساعت اندازه‌گیری می‌شود (تصویر ۹ - ۳).

تصویر ۹ - ۳



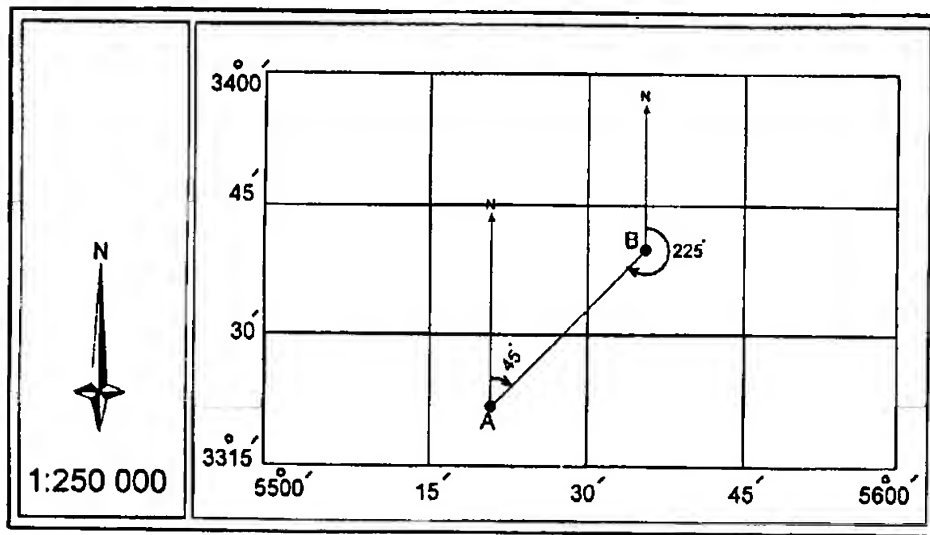
اگر زاویه آزیموت نسبت به شمال جغرافیایی اندازه‌گیری شود، آن را «آزیموت

1- Azimuth

2- Bearing

جغرافیایی» یا «آزیموت حقیقی» و اگر نسبت به شمال مغناطیسی یا شمال شبکه اندازه گیری شود، آنها را به ترتیب «آزیموت مغناطیسی» یا «آزیموت شبکه» می نامند (نقشه شماره ۱۰ - ۳ نحوه اندازه گیری آزیموت حقیقی نقطه A را نسبت به B نشان می دهد).

تصویر ۱۰ - ۳



در تصویر ۱۰ - ۳، اگر ناظر در نقطه A ایستاده باشد، نقطه B در آزیموت  $45^\circ$  او قرار گرفته است. اما چنانچه ناظر در نقطه B ایستاده باشد موقعیت A در آزیموت  $225^\circ$  درجه او قرار گرفته است، که موقعیت اخیر در واقع آزیموت معکوس موقعیت قبلی است.

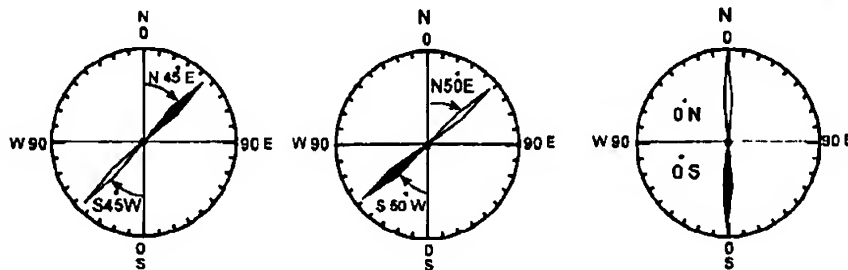
#### - محاسبه آزیموت معکوس

در کارهای میدانی، چنانچه آزیموت مسیری را در روی نقشه تعیین نمائیم، آن را آزیموت رفت یا آزیموت مستقیم می گویند. اما چنانچه آزیموت همان امتداد، در برگشت محاسبه گردد، آزیموت معکوس آن مسیر خواهد بود. برای محاسبه آزیموت معکوس، اگر آزیموت مستقیم، کمتر از  $180^\circ$  درجه باشد، باید  $180^\circ$  درجه به آن اضافه کرد. برعکس چنانچه آزیموت مستقیم، بیشتر از  $180^\circ$  درجه بود، برای تبدیل به آزیموت معکوس، باید  $180^\circ$  درجه از آن کم کرد (تصویر ۱۰ - ۳).

## ۲- زاویه برینگ

در برینگ، امتداد مبنا دو امتداد شمال و جنوب است و مقدار آن از صفر شمال یا جنوب تا ۹۰ درجه غربی یا شرقی اندازه گیری می شود. بنابراین اگر، امتداد نقطه مورد نظر به شمال نزدیکتر باشد، از امتداد شمال و چنانچه به جنوب نزدیکتر باشد، از امتداد جنوب اندازه گیری می شود (تصویر ۱۱ - ۳). در هر صورت مقدار آن از ۹۰ درجه بیشتر نخواهد بود

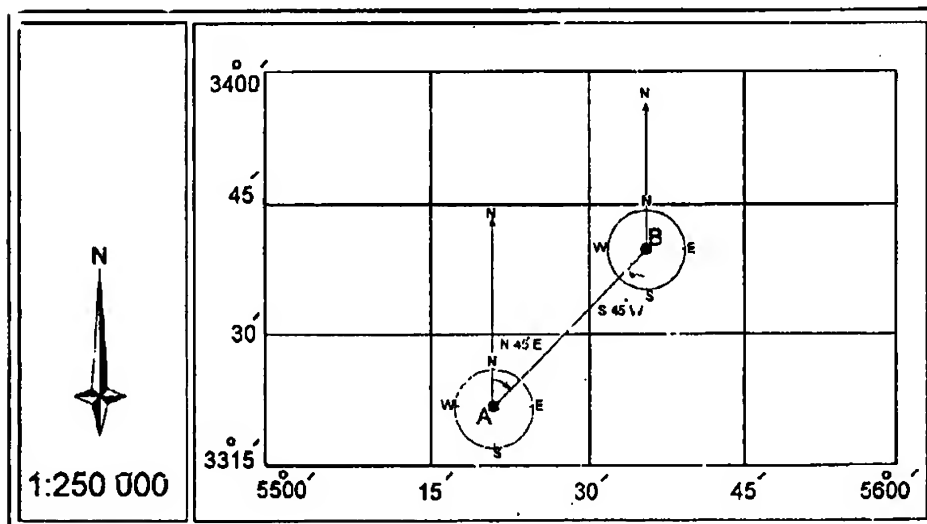
تصویر ۱۱ - ۳



## - تبدیل برینگ معکوس

برای بدست آوردن برینگ معکوس یک امتداد، زاویه برینگ تغییر نمی کند، بلکه تنها امتدادها معکوس می شوند. برای مثال، چنانچه برینگ امتدادی  $N 45^{\circ} E$  باشد، برینگ معکوس آن  $S 45^{\circ} W$  خواهد بود. تصویر شماره ۱۲ - ۳ برینگ مستقیم و برینگ معکوس یک امتداد را نشان می دهد.

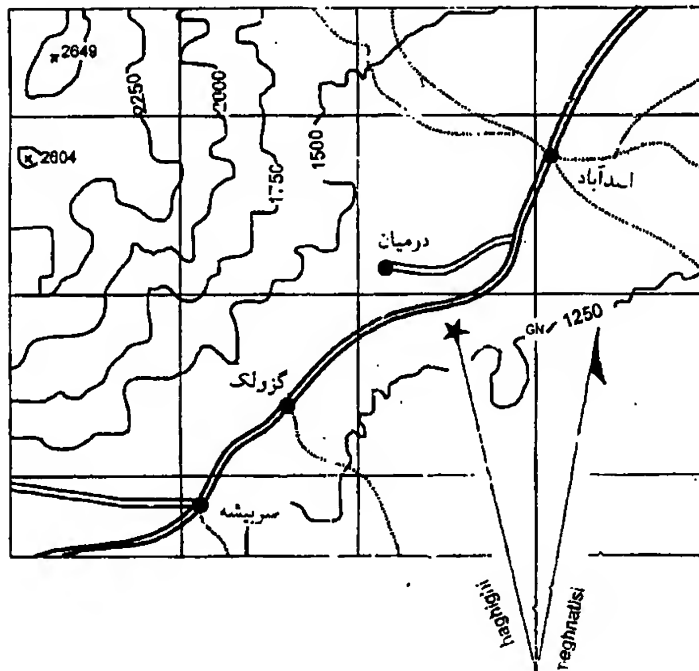
تصویر ۱۲ - ۳



## تمرین

- ۱- چنانچه مبدأ شهر «درمیان» باشد، آزمون و برینگ آبادهای اسدآباد، گزولک و سریشه را روی نقشه شماره ۱۳-۳ به دست آورید.
- ۲- آزمون معکوس و برینگ معکوس نقاط ذکر شده در تمرین ۱ را به دست آورید.
- ۳- آزمون مغناطیسی و آزمون شبکه را در آبادهای ذکر شده محاسبه کنید.
- ۴- میزان انحراف مغناطیسی نقشه چقدر است؟

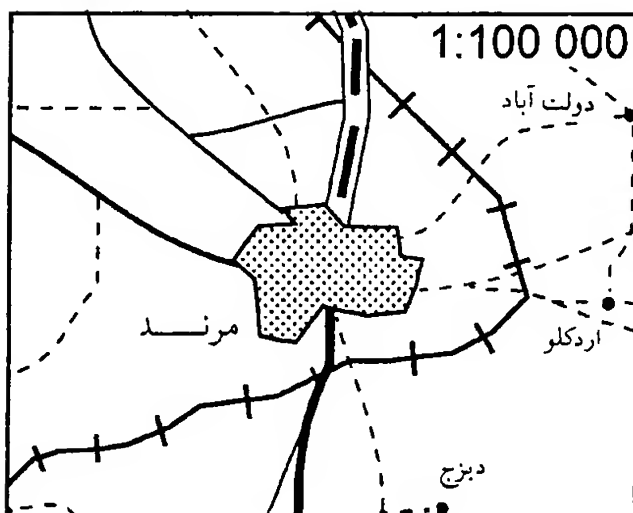
نقشه ۱۳-۳



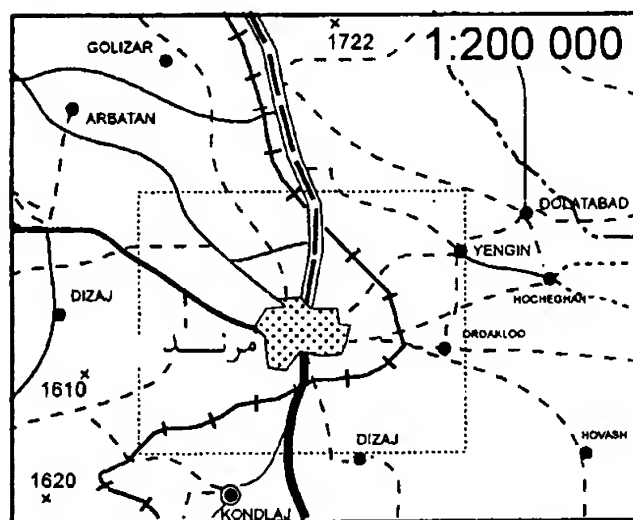


## مقیاس نقشه

نقشه ۱ - ۴



نقشه ۲ - ۴



### - مقیاس نقشه

نسبت کوچک شدن فاصله دو نقطه روی نقشه، به فاصله همان دو نقطه روی زمین را مقیاس می نامند. نقشه های شماره ۴-۱ و ۴-۲، هر دو متعلق به یک منطقه مشترک می باشند، اما مقیاس آنها یکسان نیست. نقشه شماره ۴-۱ حدود ۱۰۰۰۰۰ بار و نقشه شماره ۴-۲ حدود ۲۰۰۰۰۰ بار، کوچکتر از اندازه واقعی است. مقیاس این دو نقشه، در هر دو امتداد، دو برابر تفاوت می کند.

هر قدر مقیاس نقشه بزرگتر باشد جزئیات بیشتری را می توان نمایش داد و بالعکس، علاوه بر این

دقت اندازه‌گیری روی نقشه، وابسته به مقیاس نقشه است. بنابراین برای اندازه‌گیری‌های دقیق، از نقشه‌های بزرگ مقیاس استفاده می‌نمایند. از طرفی، پهنه‌های وسیع مانند یک کشور را نمی‌توان یک‌جا در روی یک نقشه با مقیاس بزرگ نمایش داد. زیرا ابعاد نقشه به اندازه‌ای بزرگ می‌شود که عملاً قابل استفاده نخواهد بود.

از آنجا که طبق تعریف، نقشه یک تصویر کاملاً افقی از زمین است، بنابراین کلیه محاسبات مقیاس نیز نسبت افقی فواصل خواهد بود (نیمرخ شماره ۱۹ - ۴).  
با توجه به مطالب گفته شده، رابطه مقیاس بصورت زیر خواهد بود:

$c =$  مقیاس نقشه؛

$d =$  فاصله دو نقطه روی نقشه؛  $e = \frac{d}{D}$  معادله ۳ - ۴

$D =$  فاصله همان دو نقطه روی زمین؛

چنانچه از سه جزء معادله فوق، یک جزء مجهول باشد، می‌توان آن را محاسبه نمود و بدست آورد.

### - روشهای نمایش مقیاس نقشه

اساسی‌ترین بحث نقشه مقیاس آن است<sup>(۱)</sup>، بنابراین در نقشه‌ها به سه شیوه مقیاس را بیان می‌کنند. این سه شیوه عبارتند از:

#### ۱ - مقیاس کسری

بر اساس معادله شماره ۳-۴، مقیاس بصورت یک کسر ساده بیان می‌شود. صورت کسر همیشه عدد یک و بیانگر یک واحد روی نقشه است. هر واحدی که به صورت کسر داده شد مخرج نیز همان واحد را خواهد داشت. برای مثال، در نقشه شماره (۴-۴)، مقیاس ۱:۴۰۰۰۰۰ است. فاصله دو آبادی «شهریار» و «فرات» برابر یک سانتیمتر است و بنابراین بر اساس مقیاس نقشه فاصله آن دو روستا روی زمین برابر ۴۰۰۰۰۰ سانتیمتر خواهد بود ( $1\text{cm} = 400000\text{cm}$ ) اما برای درک بهتر باید مخرج کسر را به واحد بزرگتری نظیر متر یا کیلومتر تبدیل کرد. بنابراین با استناد بر اینکه هر متر برابر ۱۰۰ سانتیمتر

۱- چنانچه نقشه‌ای فاقد مقیاس باشد، کروکی خواهد بود. با این اختلاف که در کروکی نسبت فاصله‌ها در همه جای آن ثابت نیست.

است، چنانچه مخرج کسر را به ۱۰۰ تقسیم کنیم به متر تبدیل می شود و با استناد به اینکه هر ۱۰۰۰ متر برابر یک کیلومتر است، چنانچه این واحد را بر ۱۰۰۰ تقسیم کنیم نسبت روی زمین (D) به کیلومتر تبدیل خواهد شد. به بیان ساده تر، چون مخرج مقیاس همیشه به چند صفر ختم می شود، بنابر این، عمل تقسیم با حذف ۲ صفر تبدیل به متر و با حذف ۳ صفر تبدیل به کیلومتر می شود. در مجموع اگر مخرج مقیاس را تقسیم بر ۱۰۰۰۰۰ کنیم تبدیل به کیلومتر می شود.

$$\begin{array}{l} \frac{1 \text{ cm} = 4 \text{ km}}{\text{حذف ۳ صفر و تبدیل کیلومتر}} \quad \text{و} \quad \frac{1 \text{ cm} = 4000 \text{ m}}{\text{حذف ۲ صفر و تبدیل به متر}} \quad \text{و} \quad \frac{1 \text{ cm} = 400000 \text{ cm}}{\text{واحد معادل مقیاس}} \rightarrow \frac{1:400000}{\text{مقیاس}} \end{array}$$



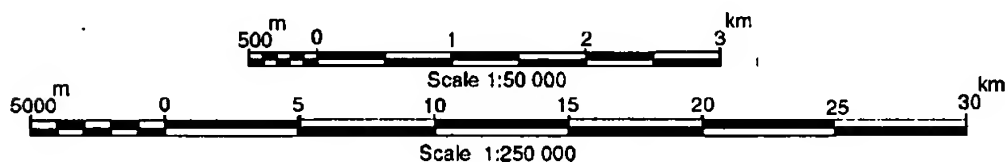
نقشه شماره ۴-۴

فاصله شهر یسار تا رباط کریم روی نقشه شماره ۴-۴، برابر ۵ سانتیمتر است. بدیهی است با توجه به مقیاس، فاصله این دو آبادی روی زمین برابر ۲۰ کیلومتر می باشد  $(5 \text{ cm} \times 400000 \text{ cm} = 2000000 \text{ cm})$ .

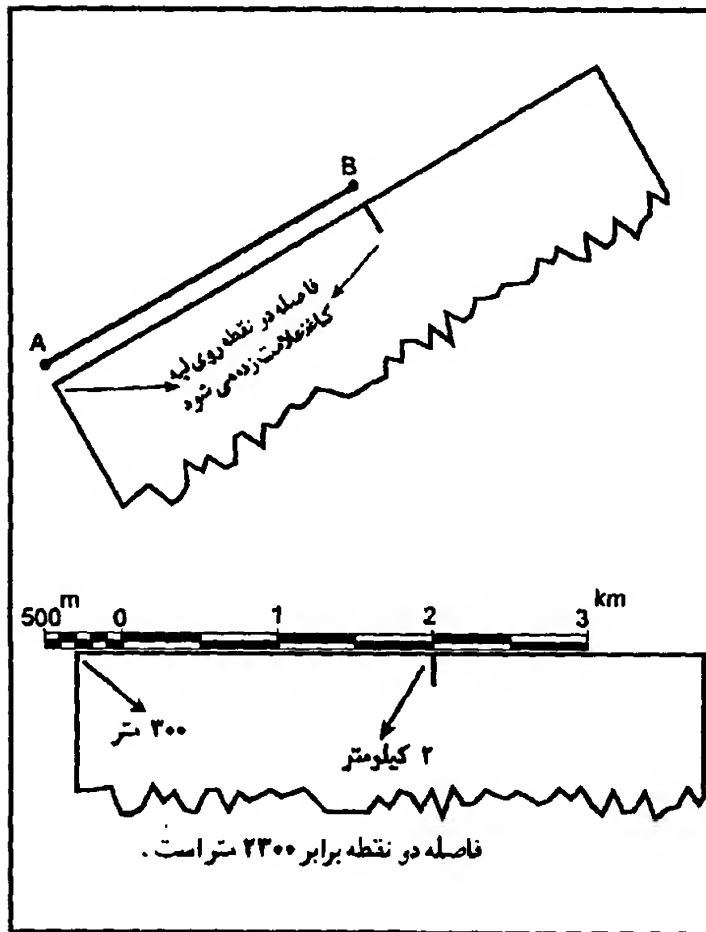
## ۲- مقیاس خطی یا ترسیمی

مقیاس نقشه معمولاً به صورت خطوط مدرجی ترسیم می شود، که به واحدهای معادل زمینی تبدیل شده اند (تصویر شماره ۴-۵).

تصویر ۴-۵



تصویر ۴-۶



مقیاس خطی دارای دو قسمت است. قسمت اول تقسیمات سمت راست صفر و قسمت دوم تقسیمات جزئی سمت چپ صفر است که به پاشنه مقیاس معروف است. تقسیمات پاشنه مقیاس در سیستم های متریک، عموماً به اندازه  $\frac{1}{5}$  تا  $\frac{1}{10}$  تقسیمات اصلی مقیاس است.

هدف از ترسیم مقیاس خطی، سهولت اندازه گیری و

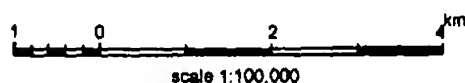
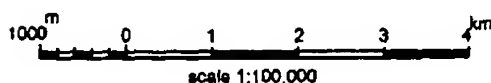
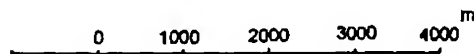
تبدیل مقیاس می باشد. تصویر شماره ۴-۶ نحوه اندازه گیری فاصله دو نقطه را با استفاده از مقیاس خطی نشان می دهد.

مراحل کار:

- الف) ابتدا فاصله دو نقطه مورد نظر را با یک لپه کاغذ اندازه می گیریم.
- ب) لپه کاغذ را روی مقیاس خطی قرار داده و سپس بر تقسیمات اصلی منطبق نموده و در نهایت جزئیات از روی پاشنه قرائت می گردد. فاصله دو نقطه اندازه گیری شده به این روش در تصویر ۴-۶ برابر ۲۳۰۰ متر است.



تصویر ۴-۷



- روش ترسیم مقیاس خطی<sup>(۱)</sup>

- روش ترسیم مقیاس خطی ساده

برای نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰

بهتر است، مقیاسهای خطی بر روی کاغذهای میلیمتری به طور ساده ترسیم گردند.

- مراحل کار

الف) خطی با طول مناسب ترسیم می شود (مثلاً ۵ سانتیمتر)، بدیهی است طول مقیاس خطی باید متناسب با ابعاد نقشه باشد).

ب) ۵ سانتیمتر در مقیاس نقشه برابر ۵۰۰۰ متر است. بنابراین از طریق تناسب، هر ۱۰۰۰ متر برابر یک سانتیمتر مقیاس خطی خواهد بود. استفاده از تناسب برای مقیاسهایی مناسب است که سر راست نیستند.

ج) در مرحله بعد، پاشنه مقیاس ترسیم می شود. البته می توان واحدها را به کیلومتر تبدیل کرد.

د) برای زیبایی می توان مقیاس خطی را به طور دو خطی ترسیم نموده و یک در میان رنگ آمیزی کرد. توجه کنید که واحد مقیاس باید در انتهای مقیاس و پاشنه نوشته شود.

- انواع مقیاسهای خطی

علاوه بر مقیاس خطی ساده، از مقیاسهای تدریجی و دیاگونال نیز استفاده می شود.

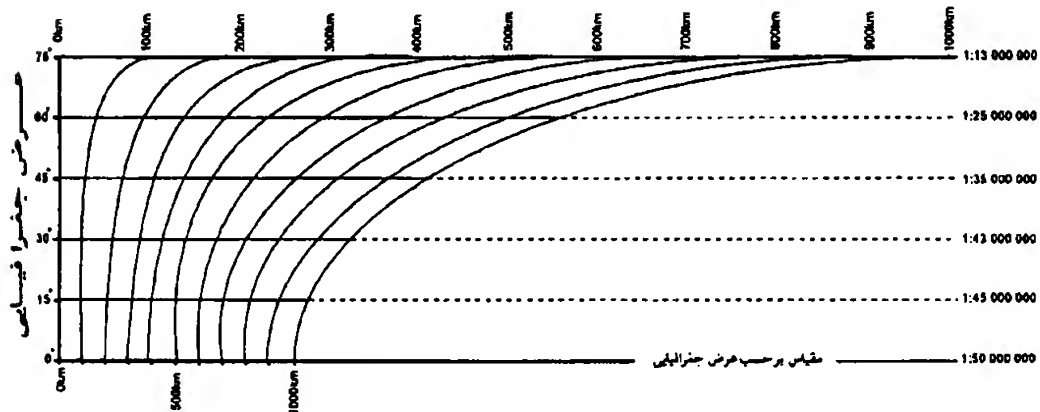
۱ - مقیاس خطی تدریجی

این مقیاس، برای آن دسته از سیستم های تصویری ترسیم می شود که عموماً از نوع

۱- با استفاده از دو عدد گونیا به روش مثلث تالس نیز می توان مقیاس خطی را تقسیم بندی نمود، امتحان کنید.

مشابه بوده و مقیاس نقشه، برحسب عرض جغرافیایی تغییر می‌کند (تصویر شماره ۴-۸). برای مثال: پهنای دریای سیاه حدود ۱ سانتیمتر است، بنابر این با توجه به اینکه دریای سیاه در عرض جغرافیایی ۴۳ درجه قرار گرفته است، پهنای آن براساس مقیاس تدریجی چه اندازه است؟

تصویر ۴-۸ مقیاس خطی تدریجی برای نقشه جهانی مرکاتور



## ۲- مقیاس خطی دیاگونال

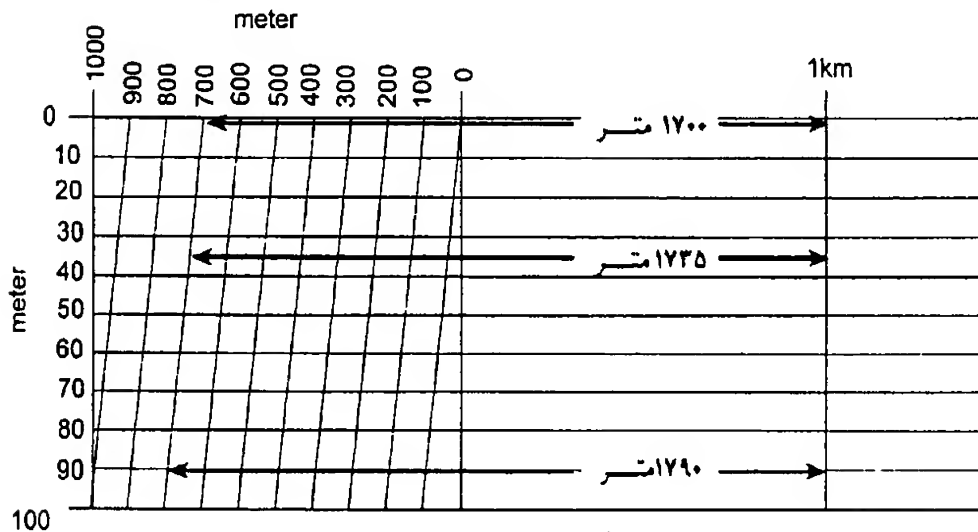
الف) مقیاس دیاگونال دو بُعدی است (تصویر شماره ۴-۹). ضلع قائم آن به اندازه طول پاشنه می‌باشد.

تصویر ۴-۹ مقیاس خطی دیاگونال، برای نقشه‌های متوسط مقیاس



ب) پاشنه مقیاس با تقسیمات فرعی و با خطوط مورب و موازی، به یکدیگر وصل شده‌اند. طول پاشنه به اندازه  $\frac{1}{10}$  و ضلع قائم تقسیمات را به اندازه  $\frac{1}{10}$  فاصله نشان می‌دهند.

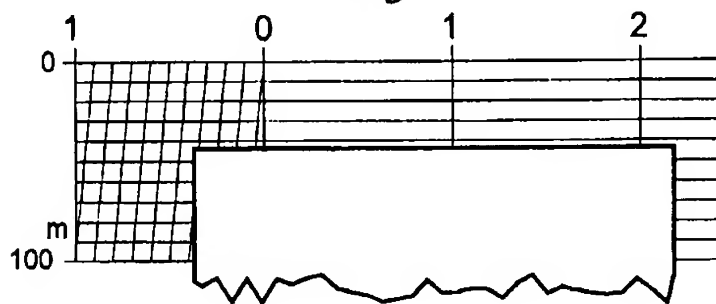
تصویر ۴-۱۰ نمایش بزرگ شده پاشنه مقیاس دیاگونال



ج) برای اندازه گیری یک فاصله، به همان روش مقیاس خطی ساده عمل می شود به این ترتیب که فاصله اندازه گیری شده روی نقشه را به وسیله یک تکه کاغذ، بر روی مقیاس دیاگونال منتقل می نمایم (تصویر ۴-۱۱).

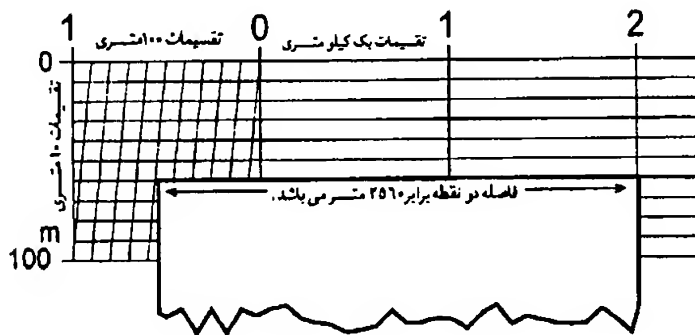
تصویر ۴-۱۱، روش انتقال فاصله اندازه گیری شده، بر روی مقیاس دیاگونال را نشان

می دهد.



د) آن قدر کاغذ را روی مقیاس به سمت پائین می لغزانیم، تا با یکی از خطوط مورب مجاور، منطبق گردد. سپس فاصله را به ترتیب از روی تقسیمات ۱ کیلومتری و سپس ۱۰۰ متری و در نهایت روی محور عمودی برحسب ۱۰ متری قرائت می کنیم. اندازه فاصله معین شده روی تصویر ۴-۱۲ برابر ۲۵۶۰ متر است.

تصویر ۴-۱۲ نحوه انطباق لبه کاغذ را بر روی پاشنه مقیاس نشان می‌دهد.



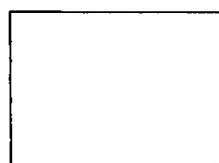
### ۳- مقیاس گفتاری یا لفظی

در این روش، نسبت کوتاه شدن فواصل را بصورت لفظی بیان می‌کنند. برای مثال «یک اینچ نقشه برابر ۱۰ مایل روی زمین است». در سیستم های متریک، به کار بردن مقیاس گفتاری منسوخ شده است. در پاره‌ای موارد، در سیستم های غیر متریک به کار برده می‌شود. زیرا درک مقیاس «یک اینچ بر ۱۰ مایل» خیلی آسانتر از بیان ۱:۶۳۳۶۰۰ می‌باشد.

- رابطه بین مقیاس نقشه و مساحت سطوح

باید توجه داشت که مقیاس، بیانگر نسبت کوچک شدن فاصله‌هاست، نه مساحت‌ها. برای مثال، یک فاصله یک سانتیمتری روی نقشه ۱:۵۰۰۰۰۰ برابر ۵۰۰ متر است، اما یک پهنه یک سانتیمتر مربعی، روی همین نقشه، برابر ۲۵۰۰۰۰ متر مربع

تصویر ۴-۱۴

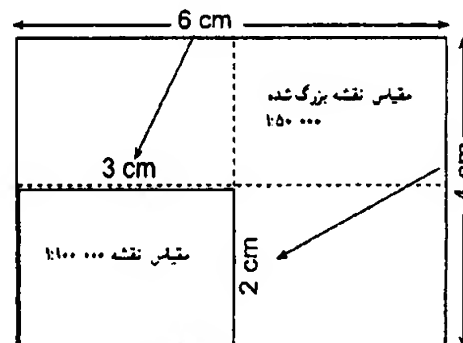


scale 1:100 000



scale 1: 200 000

تصویر ۴-۱۳



می باشد. زیرا هر سطح دارای دو بعد است، (طول و عرض) و هرگاه یک سطح بر روی نقشه ترسیم می شود، هر دو بعد آن به نسبت مقیاس کوچک می گردد. از این رو کوچک شدن سطوح، با توان دوم (مجذور) مقیاس نقشه متناسب است.

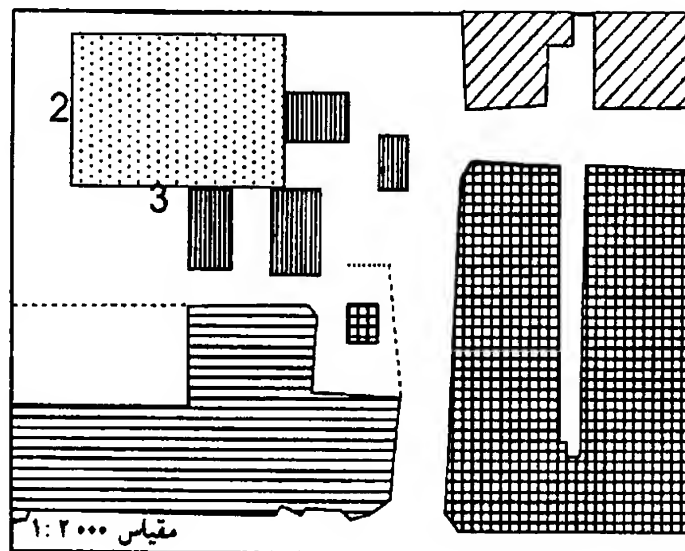
مقیاس نقشه موجود در تصویر شماره ۴-۱۳ دو برابر بزرگ شده است، در صورتی که ابعاد آن، ۴ برابر بزرگتر است.

زیرا همان گونه که اشاره گردید، مقیاس بیانگر نسبت کوچک شدن فاصله ها است نه مساحت ها. بنابراین اگر هر کدام از اضلاع نقشه ۴-۱۴ را دو برابر بزرگ کنیم، ابعاد آن همانند تصویر شماره ۴-۱۳، در عمل ۴ برابر بزرگتر خواهد شد. چون ضلع نقشه در واقع یک فاصله است.

#### - روش محاسبه مساحت پهنه ها روی نقشه

همان گونه که ذکر گردید، مساحت روی نقشه با مجذور مقیاس متناسب است. بنابراین اگر مساحت بدست آمده از روی نقشه را در مجذور مخرج مقیاس کسری ضرب کنیم، مساحت معادل آن روی زمین به دست می آید.

تصویر ۴-۱۵ قسمتی از پلان طراحی شده برای آماده سازی یک شهرک

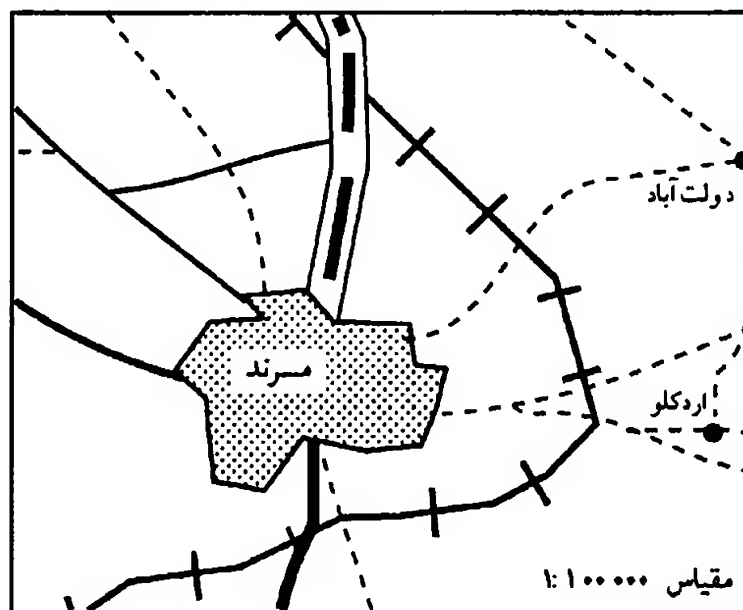


برای مثال، در پلان شماره ۴-۱۵ ابعاد زمین  $۲ \times ۳$  سانتیمتر است که مساحت آن روی نقشه برابر ۶ سانتیمتر مربع خواهد بود. چون مقیاس نقشه ۱:۲۰۰۰ است پس مساحت واقعی آن در روی زمین ۲۴۰۰ مترمربع خواهد بود. زیرا هر سانتیمتر مربع نقشه برابر  $(۲۰ \times ۲۰ = ۴۰۰)$  متر مربع می‌باشد. بنابراین  $۶ \text{ cm}^2 \times ۴۰۰ = ۲۴۰۰ \text{ m}^2$

$$۶ \text{ cm}^2 \times ۲۰۰۰ \times ۲۰۰۰ = ۲۴۰۰۰۰۰ \text{ cm}^2$$

$$۲۴۰۰۰۰۰ \text{ cm}^2 \div ۱۰۰۰۰ = ۲۴۰۰ \text{ m}^2$$

نقشه شماره ۴-۱۶ اندازه‌گیری مساحت پهنه‌ها در روی نقشه



بهتر است قبل از انجام محاسبه، واحدهای طول اضلاع پهنه مورد اندازه‌گیری را، به واحد معادل روی زمین تبدیل کرده و سپس محاسبه را انجام داد. مثال دیگر:

- مساحت شهر مرند در روی نقشه ۴-۱۶ برابر ۳ سانتیمتر مربع است که با پلانیمتر اندازه‌گیری شده است.

- براساس مقیاس هر سانتیمتر نقشه برابر ۱۰۰۰ متر است. پس یک سانتیمتر مربع آن، ۱۰۰۰۰۰۰ مترمربع می‌باشد.  $(۱۰۰۰ \text{ متر} \times ۱۰۰۰ \text{ متر}) = ۱۰۰۰۰۰۰$  مترمربع

بنابراین ۳ سانتیمتر مربع مساحت روی نقشه، در روی زمین معادل ۳۰۰۰۰۰۰ متر مربع خواهد بود  $(۳ \text{ متر مربع} \times ۱۰۰۰۰۰۰ = ۳۰۰۰۰۰۰ \text{ متر مربع})$

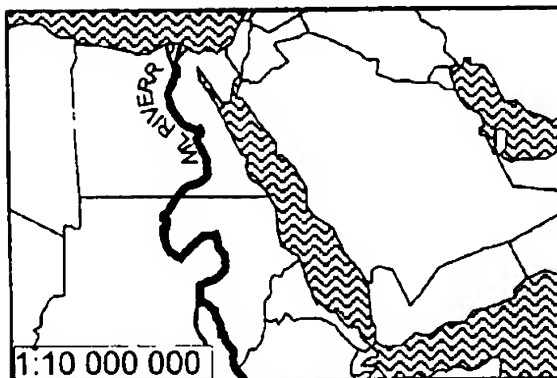
- طبقه‌بندی نقشه‌ها براساس مقیاس

شاخص ارزش هندسی هر نقشه‌ای، مقیاس آن است. مقیاس در عین حال کاربرد نقشه را نیز تعیین می‌کند. به عبارتی اولین عاملی که در استفاده از نقشه اهمیت پیدا می‌کند، مقیاس آن نقشه است. زیرا مقیاس، چگونگی امکان نمایش پدیده‌ها را فراهم می‌سازد. یعنی هر قدر مقیاس بزرگتر باشد، بدیهی است نمایش پدیده‌های کوچکتر امکان پذیر خواهد بود و بالعکس. براین اساس نقشه‌ها را به پنج گروه خیلی کوچک مقیاس - کوچک مقیاس - متوسط مقیاس و بزرگ مقیاس و خیلی بزرگ مقیاس تقسیم‌بندی می‌کنند.

جدول ۱۷ - ۴ طبقه‌بندی عمومی نقشه‌ها بر اساس مقیاس

طبقه بندی	مقیاس نقشه
خیلی بزرگ مقیاس	$> 10000$
بزرگ مقیاس	$10000 - 50000$
متوسط مقیاس	$50000 - 500000$
کوچک مقیاس	$500000 - 1000000$
خیلی کوچک مقیاس	$1000000 >$

نقشه ۱۸ - ۴



- مبالغه در مقیاس

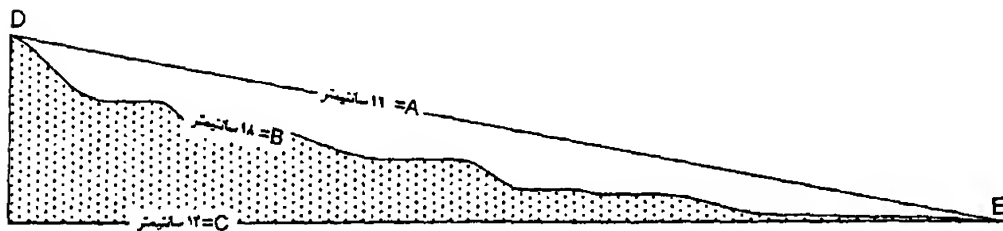
در نقشه‌های کوچک مقیاس، امکان نمایش بعضی از پدیده‌ها در مقیاس واقعی وجود ندارد. بنابراین در ترسیم آنها عموماً مبالغه صورت می‌گیرد. مثال:

- در نقشه ۱۸ - ۴ پهنای رود نیل حدود یک میلیمتر ترسیم شده.

است. براساس مقیاس نقشه، یک میلیمتر آن برابر یکصد کیلومتر روی زمین است. بنابراین پهنای رود نیل، آن گونه که نقشه نشان می‌دهد، باید ۱۰ کیلومتر باشد. در صورتی که پهنای واقعی آن بیش از ۵۰۰ متر نیست. در این نقشه، برای ترسیم رود نیل ۲۰ برابر مبالغه صورت گرفته است. علت آن است که اگر رود نیل در مقیاس واقعی ترسیم گردد، خطی با ضخامت ۰/۰۵ میلیمتر خواهد بود. این اندازه آن قدر نسبت به ابعاد نقشه کم ضخامت است که اهمیت خود را از دست می‌دهد. از طرفی، خطی با چنین ضخامت قابل ترسیم نیست. نازکترین خطی که می‌توان ترسیم کرد، خطی با ضخامت ۰/۱ میلیمتر است.

### - تمرین

- ۱۰ - نقشه و کروکی چه اختلافی با هم دارند؟
  - ۲ - کدام یک از فواصل نشان داده شده (C,B,A) روی نیمرخ شماره ۱۹ - ۴، فاصله‌ای است که از روی نقشه برحسب مقیاس بدست می‌آید؟ توضیح دهید.
- تصویر شماره ۱۹ - ۴

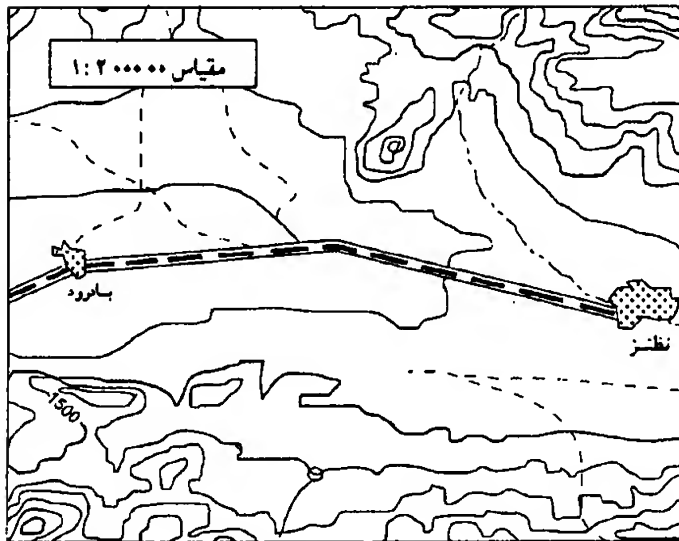


- ۳ - براساس نیمرخ شماره ۱۹ - ۴ فاصله نقطه D تا نقطه E در روی نقشه چند کیلومتر است؟



۴- با توجه به سه جزء مقیاس  $c = \frac{d}{D}$  جواب مسائل زیر را به دست آورید.

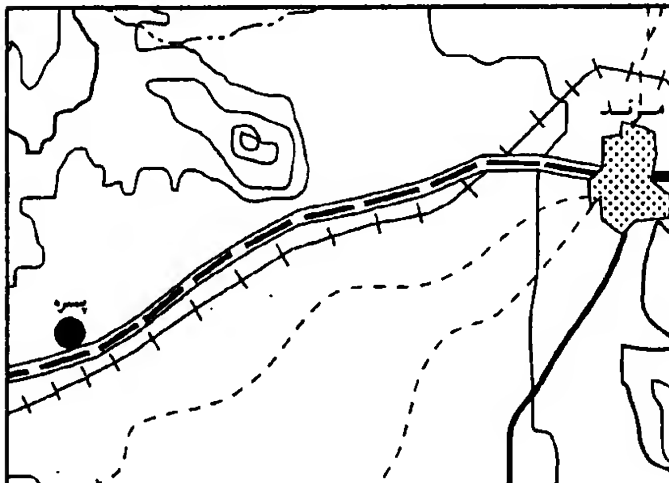
نقشه ۴-۲۰



الف) طول جاده بین دو شهر، در نقشه ۴-۲۰ معادل ۷ سانتیمتر است، طول این جاده چند کیلومتر است؟

e	d	D
۲Km	۷cm	؟

نقشه ۴-۲۱



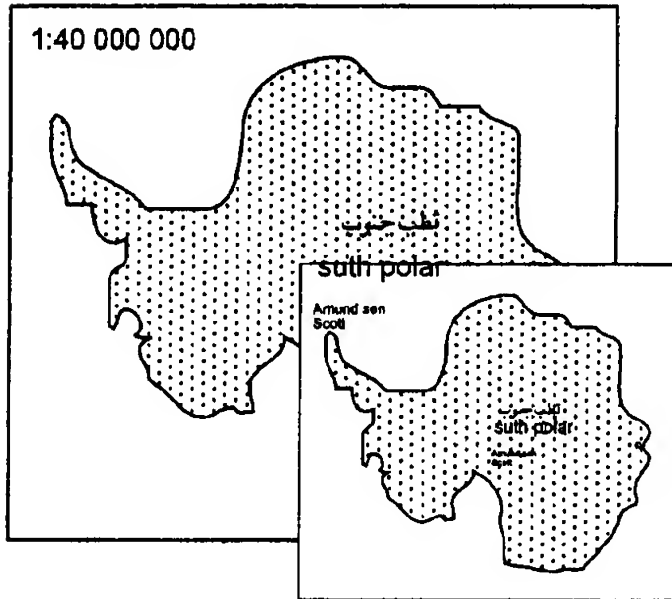
ب) طول جاده بین شهر مرند و آبادی پره در نقشه ۴-۲۱ معادل ۸ سانتیمتر است. اگر طول این جاده روی زمین ۱۶ کیلومتر باشد، مقیاس نقشه را بدست آورید.

e	d	D
؟	۸cm	۱۶Km

ج) فاصله دو روستا در یک نقشه ۱:۵۰۰۰۰ در یک امتداد مستقیم، برابر ۱۲ کیلومتر است. فاصله این دو روستا، در روی نقشه چند سانتیمتر خواهد بود؟

نقشه ۴-۲۲

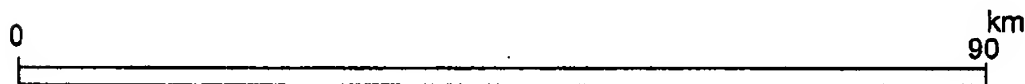
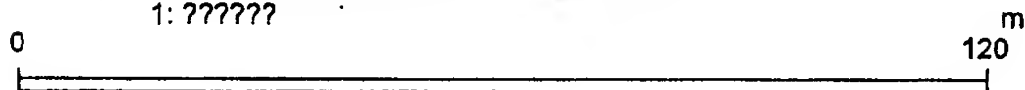
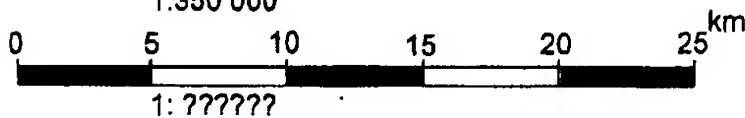
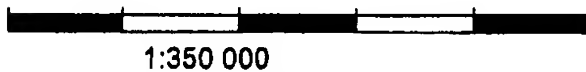
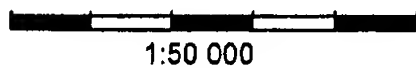
c	d	D
۵۰۰m	؟	۱۲Km



د) عموماً در پاره‌ای موارد و به روشهای متفاوت، نقشه‌ها را کوچک یا بزرگ می‌کنند. بنابراین مقیاس آنها تغییر خواهد کرد. مقیاس نقشه ۴-۲۲ را بدست آورید.

ه) مقیاس‌های خطی تصویر ۴-۲۳ را کامل کنید.

تصویر ۴-۲۳



۱:۵۰۰۰۰

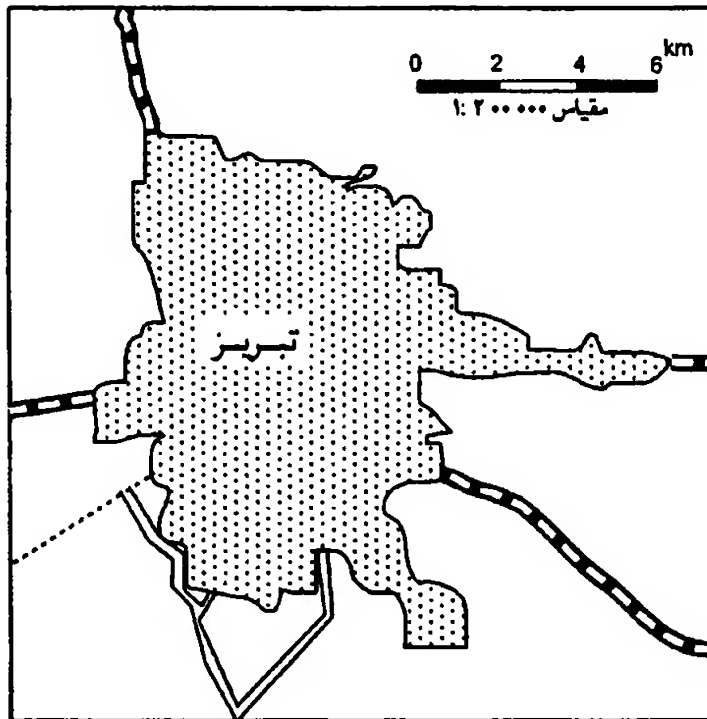
۱:۳۰۰۰۰۰

۱:۳۵۰۰۰۰۰

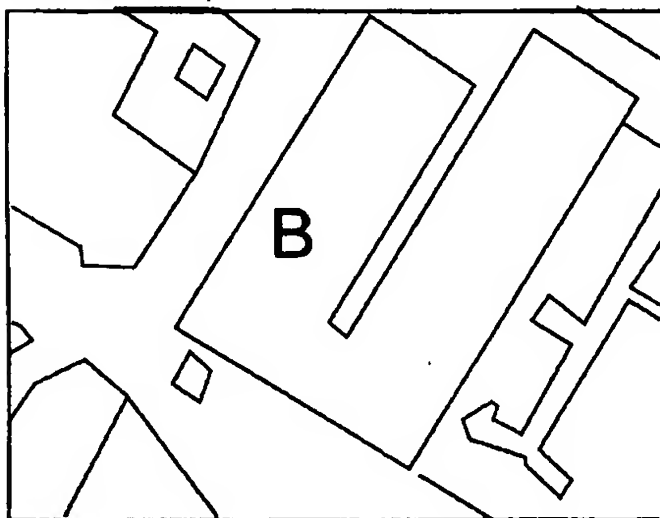
۱:۴۷۵۰۰۰

۶) مساحت شهر تبریز در روی نقشه شماره ۲۴-۴ برابر ۱۳ سانتیمتر مربع است. مساحت شهر تبریز چه قدر است؟

نقشه شماره ۲۴-۴



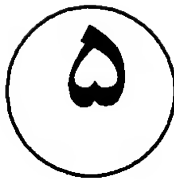
پلان شماره ۲۵-۴



۷) قطعه زمین B

روی پلان شماره ۲۵-۴ با مساحت ۶۴۰۰ متر مربع، به ۱۶ سانتیمتر مربع نشان داده شده است، مقیاس این نقشه چیست؟

c	d	D
؟	۱۶	۶۴۰۰



## اندازه‌گیری روی نقشه

### - اندازه‌گیری روی نقشه

نقشه دارای مقیاس است. بنابراین می‌توان فواصل نقاط و نیز مساحت پهنه‌ها و در پاره‌ای از نقشه‌ها، حجم بعضی از عوارض را اندازه‌گیری کرد.

دقت اندازه‌گیری به چند عامل وابسته است. این عوامل عبارتند از:

۱- میزان دقت فردی، این عامل وابسته به وضعیت جسمانی شخص نقشه خوان می‌باشد، مانند: لرزش دست، قدرت بینایی چشم و نظایر آن می‌باشد.

۲- دقت و صحت نقشه که عمدتاً وابسته به مقیاس نقشه است. بدیهی است هر قدر مقیاس نقشه بزرگتر باشد، اعمال دقت نقشه بیشتر است.

مثال: پهنای رودخانه نیل حدود ۵۰۰ متر است. براساس مقیاس نقشه شماره ۱-۵

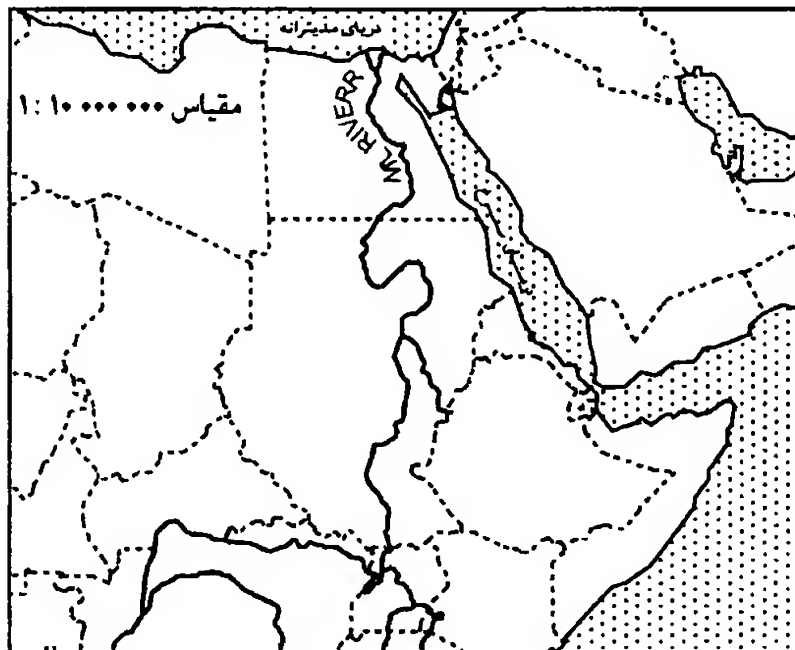
پهنای رودخانه نیل باید با چه ضخامتی ترسیم گردد؟

یک میلیمتر این نقشه معادل ۱۰ کیلومتر است. بنابراین پهنای ۵۰۰ متری رودخانه باید با خطی نشان داده شود که ضخامت آن ۰/۰۵ میلیمتر باشد، و این کار عملاً غیر ممکن است، زیرا نازک‌ترین خطی که می‌توان ترسیم کرد، دارای ضخامتی به اندازه ۰/۱ میلیمتر است. به همین دلیل عموماً برای نمایش تعدادی از پدیده‌ها مبالغه بکار می‌برند. زیرا چنانچه این نوع پدیده‌ها با مقیاس واقعی نشان داده شوند، از نظر بیان تصویری، اهمیت خود را از دست خواهند داد. حال محاسبه کنید در نقشه شماره ۱-۵ برای نمایش پهنای رودخانه نیل، چند برابر مبالغه صورت گرفته است؟

۳- دقت اندازه‌گیری وابسته به توپوگرافی سطح زمین است. از آنجا که نقشه یک تصویر مستوی و افقی است، بنابراین اندازه‌گیری فواصل افقی، مثل سطوح دشتهای یا دریاها، نسبت به نقاط کوهستانی و ناهموار، به واقعیت بسیار نزدیکتر است. زیرا

اندازه‌گیریها در این نقاط به نسبت افزایش شیبها از اندازه واقعی دورتر خواهد بود.  
 ۴- روش اندازه‌گیری و نیز کیفیت ابزار اندازه‌گیری، در دقت اندازه‌گیریها تأثیر بسزایی دارد.

نقشه شماره ۵-۱ حوضه رودخانه نیل



### - نکات قابل توجه در اندازه‌گیری روی نقشه

- ۱- با توجه به این اصل، که هر قدر تعداد اندازه‌گیریها افزایش یابد، خطا به سمت صفر میل پیدا می‌کند. بنابراین برای کنترل صحت اندازه‌گیری و کاهش میزان خطا بهتر است، چند بار اندازه‌گیری تکرار شده و میانگین‌گیری شود.
- ۲- برای تبدیل واحدها به واحدهای طول یا مساحت، دقت لازم بکار رود. زیرا امکان بروز خطا، بویژه در تبدیل مقیاسها زیاد است. در روی نقشه، طولها برحسب سانتیمتر یا میلیمتر و در روی زمین، فاصله‌ها برحسب متر یا کیلومتر بیان می‌شود.
- ۳- در ایران از سیستم متریک استفاده می‌شود. بنابراین باید توجه شود که در محاسبه فواصل یا مساحت پهنه‌ها، واحدها یکسان باشد. مثلاً در محاسبه شیب، چون ارتفاع برحسب متر روی نقشه، خوانده می‌شود، فاصله نیز باید برحسب متر، روی زمین

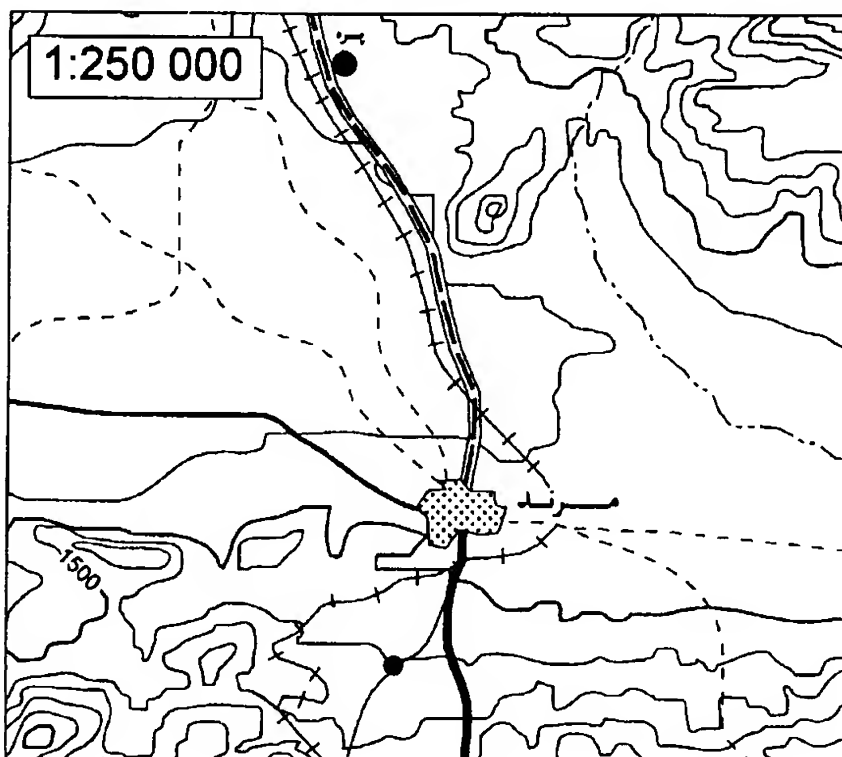
قرائت گردد. یا برای محاسبه حجم، ارتفاع برحسب متر خوانده می‌شود. بنابراین مساحت نیز برحسب متر مربع و حجم برحسب مترمکعب بدست می‌آید و در صورت لزوم می‌توان حاصل محاسبه را به واحد بزرگتری تبدیل کرد. در غیر این صورت قبل از محاسبه باید واحدها را تبدیل کرد. از جمله در نقشه‌هایی که ارتفاع برحسب پا (فوت) مشخص شده، باید قبل از محاسبه، فوت به متر تبدیل شود. (هر پا ۰/۳۰۴۸ متر است) (جدول پیوسته در بخش ۱۵، تبدیل واحدها را نشان می‌دهد)

## - روش‌های اندازه‌گیری فاصله‌ها و طول خطوط (الف) روشهای اندازه‌گیری طول خطوط مستقیم

۱ - با استفاده از مقیاس کسری

با توجه به نقشه شماره ۵-۲ فاصله شهر مرند تا روستای پره برابر ۵ سانتیمتر است. از

نقشه ۵-۲



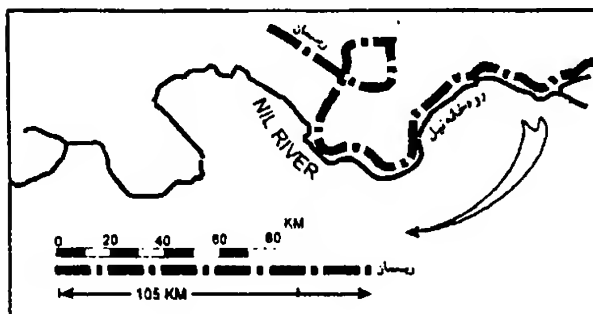
آنجا که مقیاس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ می‌باشد و هر سانتیمتر آن برابر ۲/۵ کیلومتر است. بنابراین فاصله این دو آبادی ۱۲/۵ کیلومتر خواهد بود.

## ۲- با استفاده از مقیاس خطی

فاصله دو نقطه را با لبه کاغذ (تصویر شماره ۵-۴) اندازه‌گیری کرده و فاصله آن دو نقطه را روی لبه کاغذ علامت می‌زنیم. سپس لبه کاغذ را روی مقیاس خطی نقشه انتقال داده و فاصله آن دو نقطه را به واحد متر یا کیلومتر قرائت می‌کنیم. بدیهی است، این روش نیاز به محاسبه ندارد و کاربرد مقیاس خطی را نشان می‌دهد.

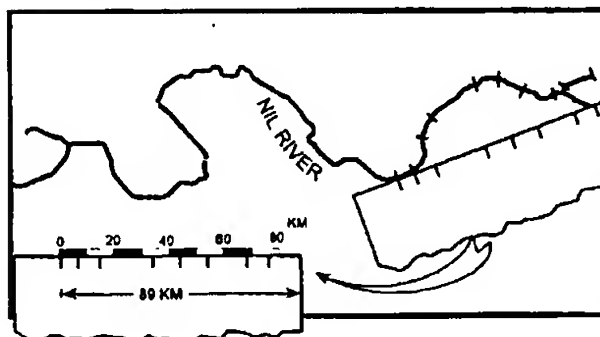
## ب) روشهای اندازه‌گیری طول خطوط منحنی

نقشه ۵-۳



۱- اندازه‌گیری با استفاده از نخ  
یک تکه نخ را بتدریج با مسیر مورد اندازه‌گیری منطبق نموده، سپس با کشیدن دو سر نخ آن را به یک امتداد مستقیم تبدیل می‌کنیم و سپس طول آنرا با خط کش یا مقیاس خطی نقشه قرائت می‌نماییم (این روش مناسب نیست، زیرا نخ قابلیت کشش و انعطاف پذیری دارد). امتحان کنید.

نقشه ۵-۴



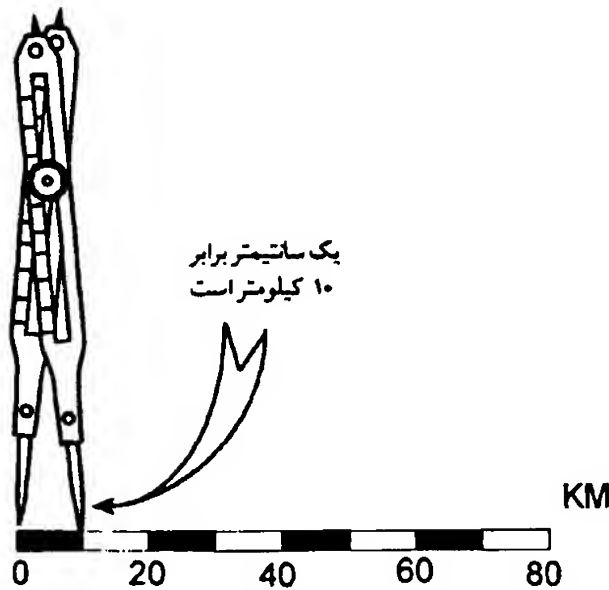
۲- اندازه‌گیری با لبه کاغذ  
طول مسیر مورد اندازه‌گیری را با مداد، تبدیل به پاره خطهایی می‌کنیم که این پاره خطها امتداد نسبتاً مستقیمی داشته باشند. سپس با قراردادن لبه کاغذ، پاره خطها را به روی کاغذ انتقال داده و مسیر را تبدیل به یک امتداد مستقیم مینماییم و در نهایت با استفاده از خط کش یا

مقیاس خطی، فاصله مورد نظر را به دست می‌آوریم (امتحان کنید).

### ۳- اندازه‌گیری به وسیله پرگار

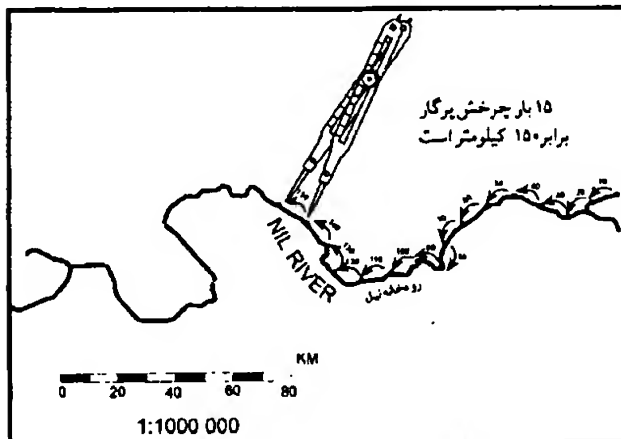
در جعبه‌های پرگار یک نوع پرگار قرار داده شده که در نوک هر دو بازوی آن سوزن نصب شده است (تصویر شماره ۵-۵). برای اندازه‌گیری طول یک مسیر، لازم است قبلاً دهانه پرگار را با استفاده از مقیاس خطی نقشه یا یک خط کش، به اندازه معینی باز کنیم (با توجه به تصویر ۵-۵ یک سانتیمتر معادل ۱۰ کیلومتر

تصویر ۵-۵



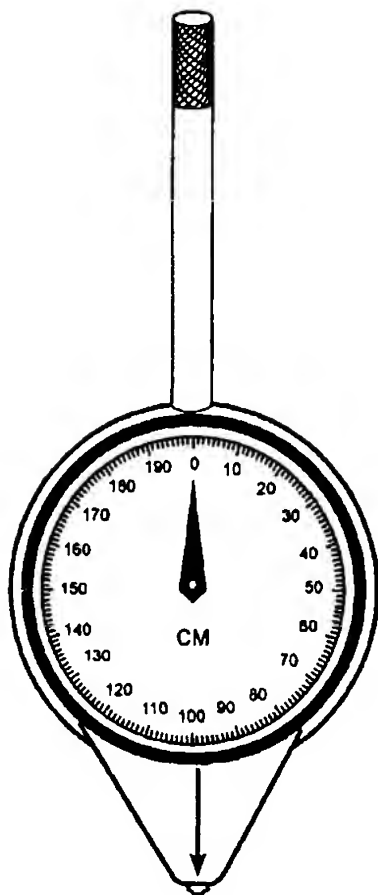
روی زمین است). سپس بازوهای پرگار را در طول مسیر چرخانده و تعداد دفعات چرخش را شمارش می‌کنیم. براساس تصویر شماره ۶-۵ هر بار چرخش معادل ۱۰ کیلومتر خواهد بود بنابراین، ۱۵ بار چرخش بیانگر ۱۵۰ کیلومتر روی زمین است. شایان ذکر است که هر قدر پیچ و خم مسیر و انحناهای آن بیشتر باشد باید دهانه پرگار را بسته تر گرفت، تا میزان خطا کاهش یابد (امتحان کنید).

تصویر ۵-۶





تصویر ۵-۷



#### ۴- اندازه‌گیری بوسیله دستگاه کورویمتر<sup>(۱)</sup>

کورویمتر یا منحنی‌سنج دستگاهی است با یک صفحه مدرج (تصویر شماره ۵-۷) که در انتهای آن چرخ کوچکی تعبیه شده است.

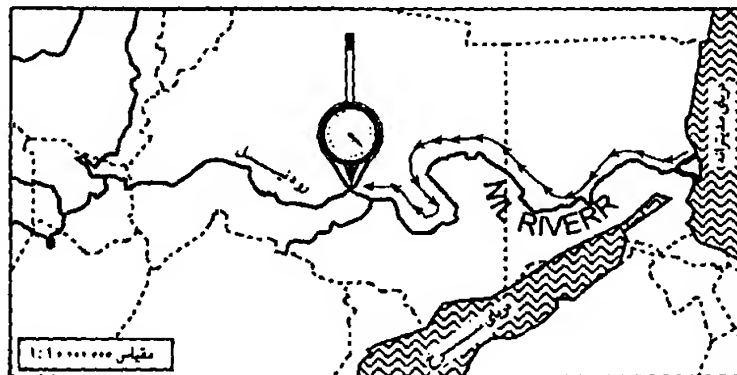
برای اندازه‌گیری باید این چرخ را به طور دقیق روی مسیر مورد اندازه‌گیری حرکت داد. طول مسیر طی شده بر حسب مقیاس یا یکی از واحدهای متریک از روی صفحه مدرج کورویمتر قرائت شده و با توجه به مقیاس نقشه محاسبه می‌گردد. مسیر طی شده روی نقشه ۵۸ اندازه‌گیری شده است. این مسیر براساس قرائت از روی کورویمتر برابر ۱۱ سانتیمتر است. فاصله این دو نقطه چه قدر است؟

یادآوری این نکته ضروری است که در میان روشهای ذکر شده، استفاده از کورویمتر بدلیل داشتن دقت و سرعت بیشتر، بهترین روش می‌باشد. در بعضی از اندازه‌گیری‌ها، نظیر اندازه‌گیری طول شبکه زهکشی در حوضه‌های آبخیز، استفاده از کورویمتر اجتناب‌ناپذیر است.

#### - اندازه‌گیری مساحت پهنه‌ها

برای اندازه‌گیری مساحت پهنه‌های مختلف، روشهای متفاوتی وجود دارد. بدیهی است زمینه کار بر روی هر روش، با توجه به شکل پهنه و دقت روش، تفاوت می‌کند. این روشها عبارتند از:

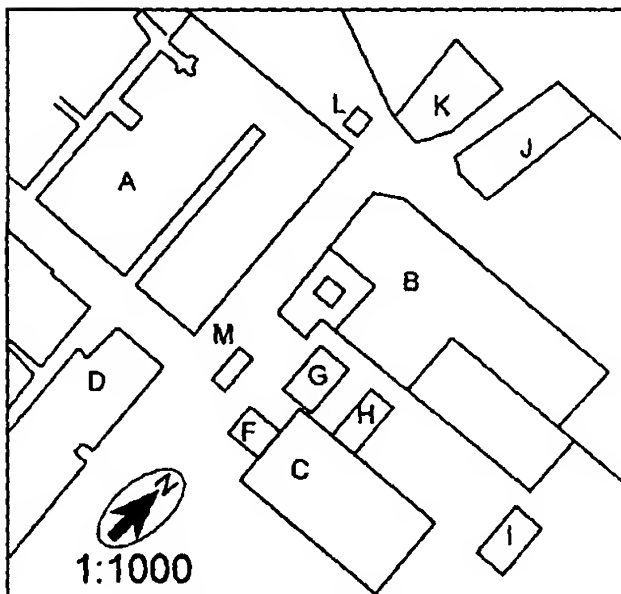
تصویر ۸-۵ روش اندازه‌گیری طول رود نیل را با استفاده از کورویمر نشان می‌دهد.



نقشه ۵-۹

الف) اندازه‌گیری سطوح دارای شکل هندسی منظم

حالت اول



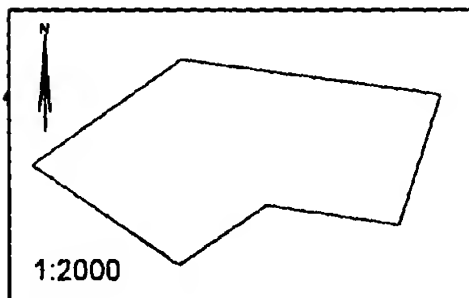
نقشه شماره ۵-۹ قسمتی از نقشه بزرگ مقیاس یک آبادی را نشان می‌دهد.

مساحت عرصه‌های هندسی قابل محاسبه را به دست آورید. با استفاده از یک خط‌کش می‌توان به سادگی اضلاع هر محدوده را اندازه‌گیری نموده و با روش محاسبه اشکال هندسی

نقشه ۵-۱۰

منظم و مقیاس نقشه، مساحت آنها را بدست آورد، امتحان کنید.

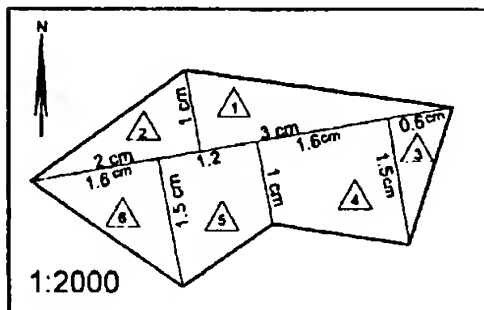
حالت دوم



نقشه شماره ۵-۱۰ محدوده یک زمین زراعی را نشان می‌دهد. قبل از اندازه‌گیری اضلاع، بهتر است با خط‌کش و مداد، آن را تبدیل به چند شکل هندسی منظم نموده، سپس اندازه‌گیری و محاسبه

نماییم (نقشه ۵-۱۱). این روش برای پهنه‌هایی مناسب است که اضلاع آن خطوط مستقیم باشد. (۱)

نقشه ۵-۱۱



مترمربع ۱ =  $60 \times (20 \div 2) = 600$  مثلث ۱

مترمربع ۲ =  $40 \times (20 \div 2) = 400$  مثلث ۲

مترمربع ۳ =  $12 \times (30 \div 2) = 180$  مثلث ۳

مترمربع ۶ =  $32 \times (30 \div 2) = 480$  مثلث ۶

مترمربع ۴ =  $(30 + 20 \div 2) \times 24 = 600$  ذوزنقه ۴

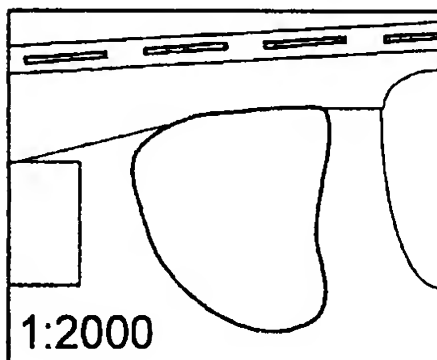
مترمربع ۵ =  $(30 + 20 \div 2) \times 32 = 800$  ذوزنقه ۵

مترمربع ۳۰۶۰ جمع

ب) اندازه‌گیری مساحت پهنه‌های دارای شکل نامنظم

اگر پهنه‌ها، نظیر دریاچه‌ها، سطوح ناهمواری و شیب، اراضی تحت پوشش گیاهی و نظایر آن، شکل هندسی منظمی نداشته باشند، روشهای متفاوتی برای اندازه‌گیری مساحت آنها وجود دارد. این روشها عبارتند از:

تصویر ۵-۱۲



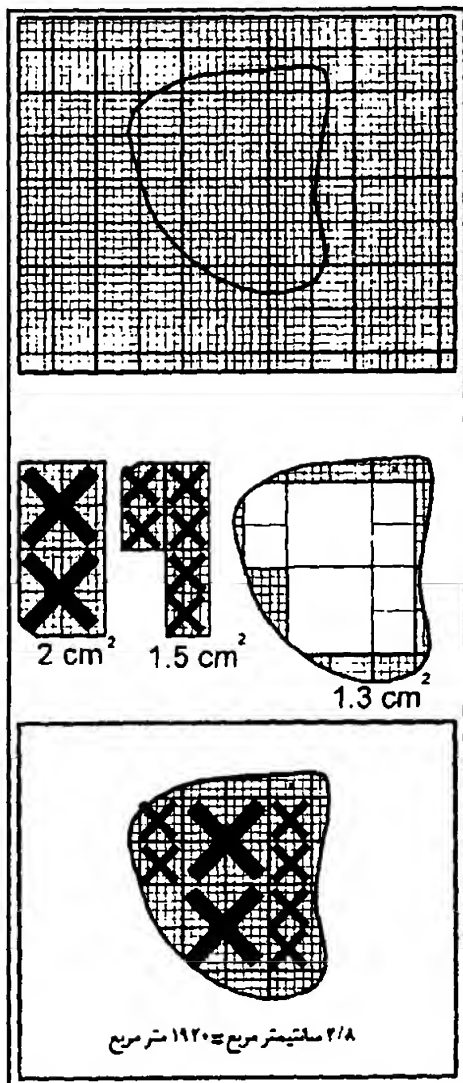
### ۱- روش شبکه‌بندی مربع

- در این روش، پهنه مورد اندازه‌گیری را مانند تصویر شماره ۵-۱۲ بر روی یک میز نور قرار داده و سپس بایک مداد نازک، بر روی یک کاغذ میلیمتری به دقت منتقل می‌نمایند.  
- در مرحله دوم، شبکه‌ها را شمارش می‌نمایند.

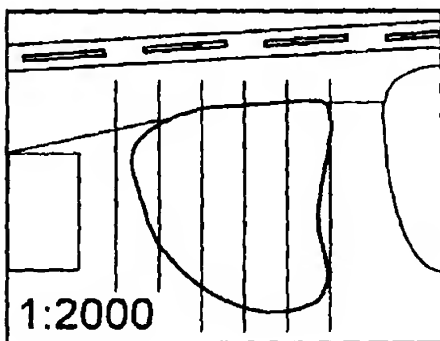
۱- فرمول محاسبه مساحت مثلث قائم الزاویه «ارتفاع  $\times \frac{1}{2}$  قاعده = مساحت مثلث قائم الزاویه»  
فرمول محاسبه ذوزنقه «مجموع دو ارتفاع  $\times$  قاعده = مساحت ذوزنقه»

بهتر است در محاسبه مساحت، اضلاع شکل روی نقشه تبدیل به مقیاس شده و محاسبه گردد. در غیر این صورت جمع مساحت روی نقشه باید در مجذور مقیاس ضرب گردد.

تصویر ۵-۱۳



تصویر ۵-۱۴



ابتدا شبکه‌های ۱ سانتیمتر مربعی و سپس شبکه‌های  $\frac{1}{4}$  سانتیمتر مربعی و در نهایت شبکه‌های یک میلیمتری پیرامون محدوده را شمارش می‌نمایند (تصویر ۵-۱۳). برای جلوگیری از خطا و تکرار شمارش شبکه‌ها، داخل آنها را در هر شمارش، علامت گذاری می‌کنند.

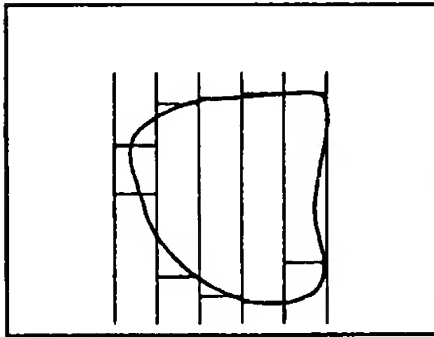
- این روش نسبت به سایر روشهای دستی از دقت نسبتاً خوبی برخوردار است.

در نهایت کلیه شبکه‌های شمارش شده، تبدیل به سانتیمتر مربع می‌شوند. از آنجا که هر ۱۰۰ میلیمتر مربع برابر ۱ سانتیمتر مربع و هر ۴ شبکه  $\frac{1}{4}$  سانتیمتر مربعی برابر ۱ سانتیمتر مربع می‌گردد، بنابراین جمع شبکه‌ها برابر  $\frac{4}{8}$  سانتیمتر مربع می‌باشد و با احتساب اینکه هر سانتیمتر مربع نقشه در مقیاس ۱:۲۰۰۰ برابر ۴۰۰ متر مربع می‌باشد، مساحت پهنه مورد اندازه‌گیری برابر ۱۹۲۰ متر مربع خواهد بود.

## ۲- اندازه‌گیری مساحت به روش نواری

- ابتدا باید به وسیله مداد و خط‌کش پهنه مورد اندازه‌گیری را بوسیله خطوطی موازی و هم فاصله تقسیم‌بندی نمود (تصویر ۵-۱۴). بهتر است فاصله خطوط موازی، متناسب

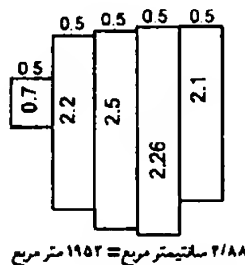
تصویر ۵-۱۵



با مقیاس نقشه باشد و از طرفی، انحناهای محیط پهنه مورد اندازه گیری بر خطوط منطبق گردند. زیرا هر قدر انحناها بیشتر باشند، پهنای نوارها باید کمتر در نظر گرفته شوند.

- در مرحله دوم، انتهای نوارها باید مطابق تصویر ۵-۱۵ با یک زاویه قائمه بسته شود. به گونه ای که نوارها تبدیل به مستطیل گردند. باید توجه داشت که موقع بستن انتهای نوارها، خط در یک حالت بینابین، ترسیم گردد. در تصویر

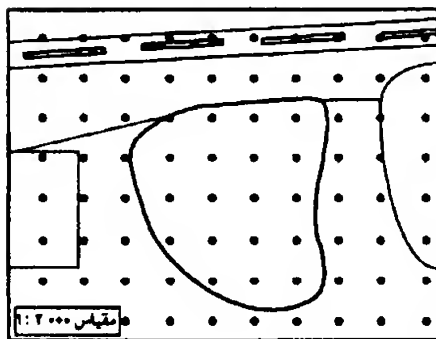
تصویر ۵-۱۶



۵-۱۶ پهنای نوارها ۱ سانتیمتر بوده و طول مجموع آنها برابر  $4/88$  سانتیمتر است. چنانچه نوارها را به هم متصل کنیم، شکل حاصله یک مستطیل با ابعاد ۱ سانتیمتر در  $4/88$  سانتیمتر خواهد بود و با توجه به مقیاس نقشه، مساحت آن برابر ۱۹۵۲ متر مربع می باشد.

روش نواری یک روش نسبتاً آسانتر و سریعتری می باشد. لیکن در کارهایی که نیازمند دقت زیادتری است، این روش مناسب نبوده و از دقت کافی برخوردار نیست. زیرا حدود نوارها با ابعاد و مرز محدوده تحت مساحی، کاملاً منطبق نمی گردد.

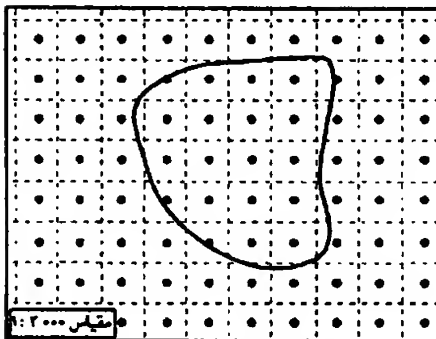
تصویر ۵-۱۷



۳- اندازه گیری مساحت به روش شبکه نقطه دار با این روش می توان بسرعت مساحت

پهنه ای را محاسبه نمود. اصول کار براساس همان روش شبکه بندی استوار است. وسیله اندازه گیری، طلق یا کاغذ شفاف است که روی آن یک شبکه متعامد، همراه با نقطه های مساوی فاصله مساوی ترسیم شده است. هر

تصویر ۵-۱۸



نقطه در واقع در مرکز مربعی قرار دارد که طول اضلاع آن به اندازه فاصله هر دو نقطه است (تصویر ۵-۱۸). - برای اندازه‌گیری مساحت یک پهنه باید شبکه نقطه راروی پهنه مورد نظر قرار داد (تصویر ۵-۱۷). ابتدا کلیه نقاط داخل محدوده را به صورت سطر سطر شمارش نموده و سپس نقاطی را که در روی خط پیرامون

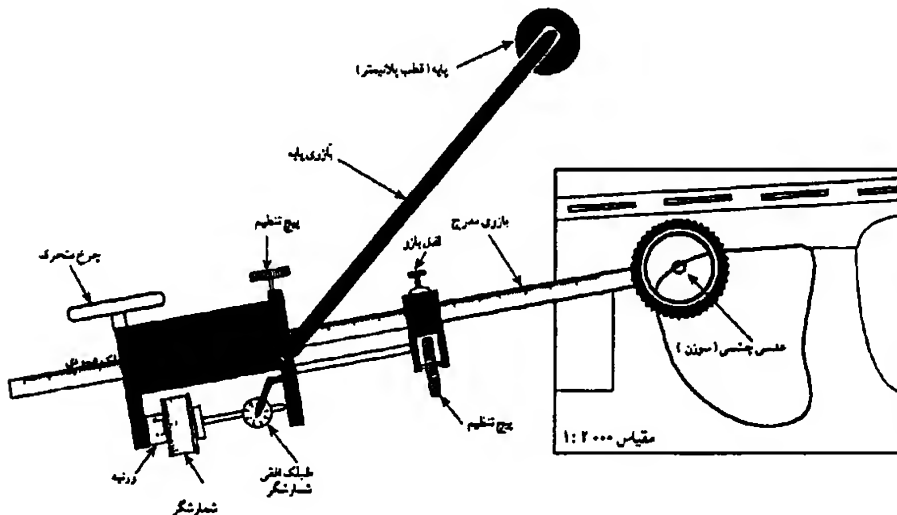
پهنه قرار دارند جداگانه شمرده و نصف آنها را به نقاطی که قبلاً شمارش شده اضافه می‌کنیم. در تصویر شماره ۵-۱۸ در مجموع تعداد ۱۶ نقطه در مرکز و تعداد ۴ نقطه روی خط پیرامون قرار گرفته که نصف آنها به اضافه نقاط اصلی، مجموعاً ۱۸ نقطه می‌گردد. از آنجا که نقاط شبکه با فاصله ۵/۰ سانتیمتر می‌باشند و بیانگر شبکه‌ای با همین بعد هستند، بنابراین براساس مقیاس ۱:۲۰۰۰ نقشه، مساحت محدوده مورد نظر ۱۸۰۰ متر مربع می‌باشد. همان‌گونه که نتیجه محاسبه نشان می‌دهد، حدود ۱۲۰ متر نسبت به روش مربع اختلاف دارد. بنابراین روش شبکه نقطه‌ای، روش مناسبی برای اندازه‌گیری مساحت نیست و تنها مزیت آن سرعت و سهولت اندازه‌گیری است.

#### ۴- اندازه‌گیری مساحت با پلانیمتر

پلانیمتر یا مساحت سنج، یک دستگاه مکانیکی یا الکترومکانیکی است که برای اندازه‌گیری مساحت در روی نقشه به کار می‌رود. نوع مکانیکی آن به پلانیمتر قطبی معروف است (تصویر شماره ۵-۱۹).

پلانیمترهای قطبی انواع متفاوتی دارند، لیکن عموماً طرز کار اصلی آنها شبیه به یکدیگر است. نمونه‌های نیمه مکانیکی و دیجیتالی (تصویر ۵-۲۰)، نیز وجود دارد که به ترتیب دارای دقت بیشتری بوده و اندازه‌گیری با آنها به مراتب ساده‌تر از پلانیمترهای مکانیکی است. همراه پلانیمتر، جدولی وجود دارد که مخصوص همان دستگاه است (تصویر ۵-۲۱). این جدول داده‌های مقیاس نقشه، ضریب پلانیمتر برای هر مقیاس و اندازه بازوی پلانیمتر را نشان می‌دهد. برای مثال، طبق جدول ۵-۲۱ برای مقیاس ۱:۲۰۰۰ طول بازو باید روی شماره ۱۶۵۹ بوده و ضریب آن ۴۰ متر مربع می‌باشد.

تصویر ۱۹-۵ پلانیمتر از نوع مکانیکی

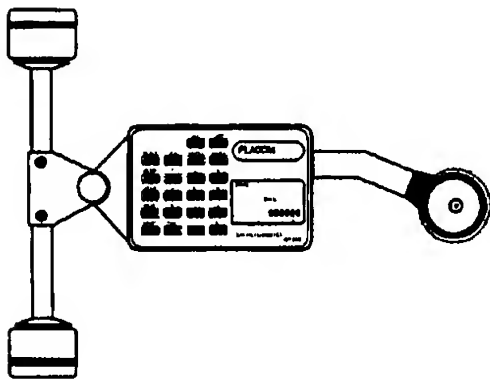


تصویر ۵-۲۰

### - روش اندازه گیری مساحت با

## پلانیمتر مکانیکی

همراه پلانیمتر جدولی وجود دارد که ضریب پلانیمتر را نشان می‌دهد (تصویر ۲۱-۵). با توجه به مقیاس نقشه، ضریب پلانیمتر را در این جدول پیدا کرده و مراحل زیر را دنبال می‌کنیم.



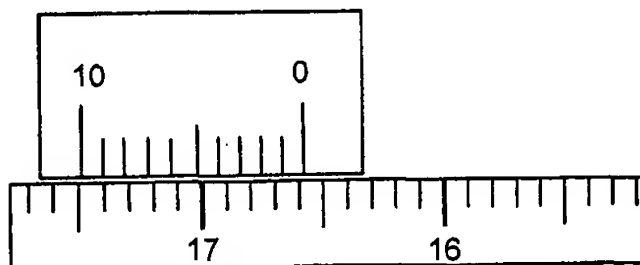
۱- همان گونه که در تصویر ۵-۲۲

دیده می‌شود، بازوی پلانیمتر را توسط پیچهای تنظیم روی ضریب ۱۶۵۲ قرار میدهیم. در این مرحله، پلانیمتر آماده اندازه‌گیری است. این ضریب طبق جدول، برای اندازه‌گیری روی نقشه مقیاس ۱:۲۰۰۰ مناسب است.

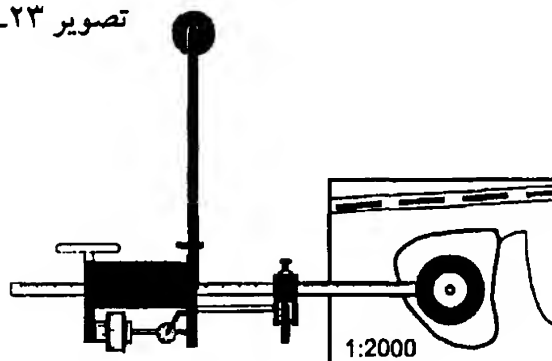
۲- پایه پلانیمتر را که اصطلاحاً قطب پلانیمتر گفته می‌شود، در خارج محدود مورد اندازه‌گیری مستقر می‌نماییم و عدسی چشمی یا سوزن اندازه‌گیری را درست در وسط محدوده قرار می‌دهیم، به گونه‌ای که دو بازوی پلانیمتر، تقریباً یک زاویه قائمه تشکیل دهند (تصویر ۵-۲۳). هدف آن است که بتوان کل پهنه را پوشش داد.

scale	1 vernier unit=	length of tracing arm
1:1 1:10 1:1000 1:2000	10 mm <sup>2</sup> 0.1 m <sup>2</sup> 10 m <sup>2</sup> 40 m <sup>2</sup>	1652
1:1 1:250 1:500 1:2500	6 mm <sup>2</sup> 0.5 m <sup>2</sup> 2 m <sup>2</sup> 50 m <sup>2</sup>	1328
1:1 1:1250 1:2500	6.4 mm <sup>2</sup> 10 m <sup>2</sup> 40 m <sup>2</sup>	1058
1:1 1:400 1:4000	6.25 mm <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup> 100 m <sup>2</sup>	10.3.4
1:1	5 mm <sup>2</sup>	82.7

تصویر ۵-۲۲



تصویر ۵-۲۳



### ۳- نقطه را به عنوان مبدأ

شروع، روی محیط پهنه مورد اندازه‌گیری با مداد علامت گذاری نموده و سوزن پلانیمتر را روی آن نقطه قرار می‌دهیم.

### ۴- قبل از حرکت،

شمارشگر پلانیمتر را صفر می‌کنیم یا عدد موجود را قرائت می‌نماییم. تصویر شماره ۵-۲۵ عدد ۱۷۴۶ را نشان می‌دهد.

### ۵- از نقطه تعیین شده،

سوزن پلانیمتر را پیرامون محدوده مورد اندازه‌گیری در جهت حرکت عقربه‌های

ساعت حرکت می‌دهیم.

در پایان مسیر، مجدداً

عدد چهاررقمی

شمارشگر را قرائت

می‌کنیم. تصویر شماره

۵-۲۶ عدد ۱۸۴۶ را نشان

می‌دهد.

چنانچه عدد شروع و اخیر را از هم

منها کنیم، عدد ۱۰۰ به دست می‌آید

که بیانگر مساحت ۴۰۰۰ متر مربع

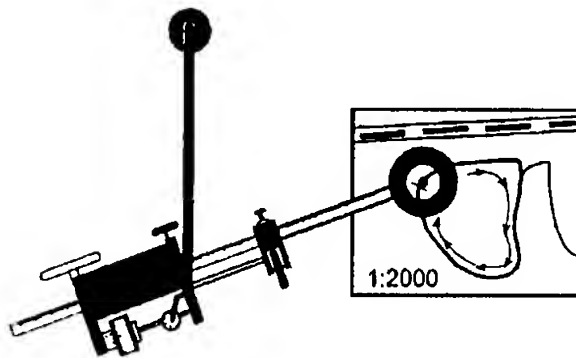
است ( $4000 = 40 \times 100$  ضریب

پلانیمتر).



تصویر ۵-۲۴

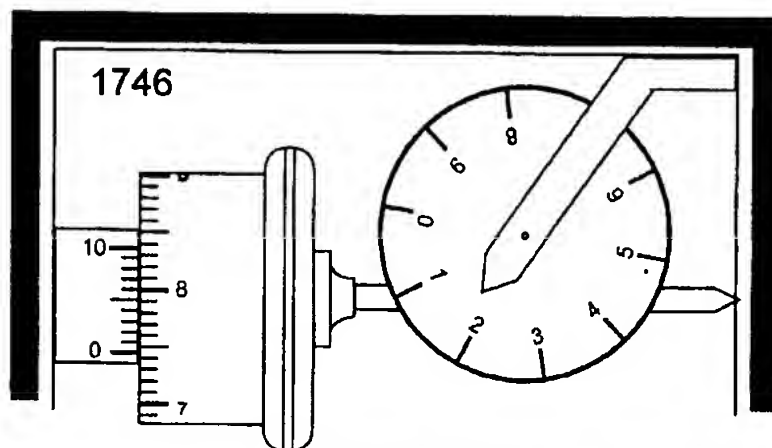
- روش قرائت شمارشگر



- طبق تصویر ۵-۲۶ ابتدا عدد ۱

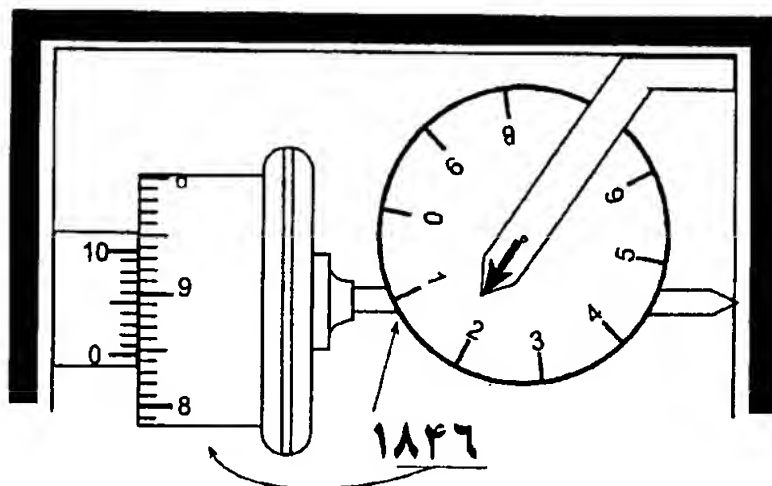
از روی صفحه گرد و مدرج سمت راست قرائت می‌گردد. نشانه، بین عدد ۱ و ۲ قرار گرفته است. پس عدد پائین دست، که ۱ است، قرائت می‌شود. عدد ۸ از روی طبلیک عمودی قرائت می‌گردد. عدد ۴ از

روی ورنیه ثابت سمت چپ طبلیک، شمارش می‌گردد. نحوه شمارش همانند تقسیمات میلیمتری یک خط کش می‌باشد.



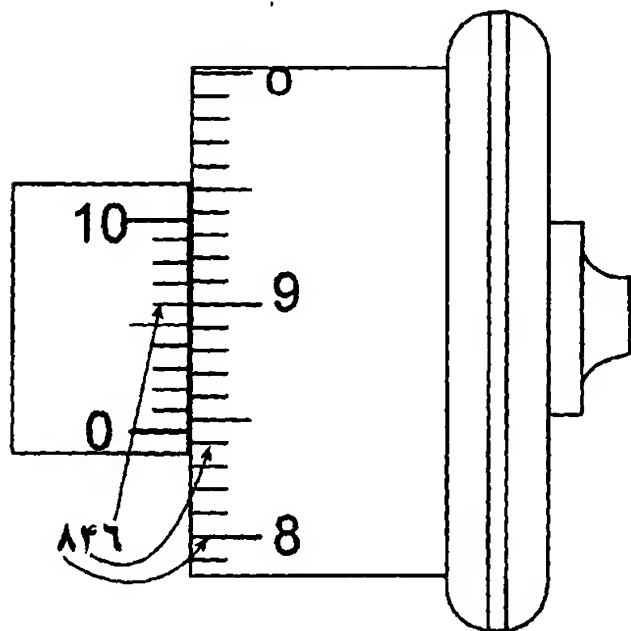
تصویر

۵-۲۵



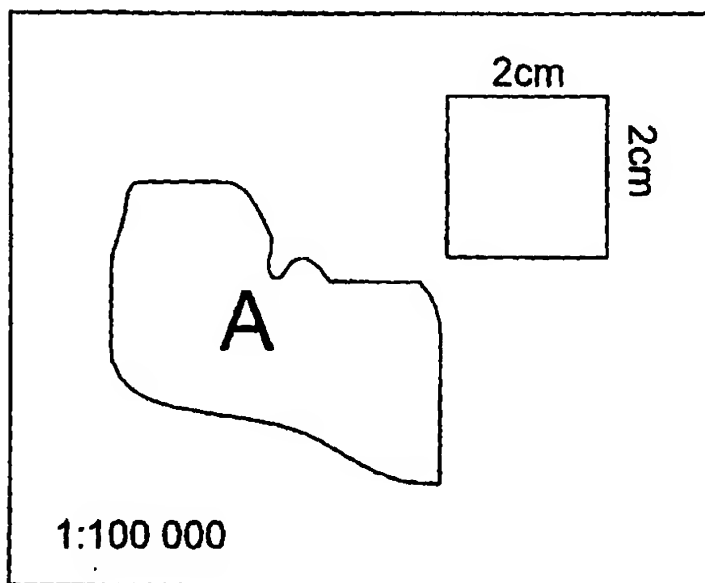
تصویر

۵-۲۶



- چهارمین عدد که عدد ۶ است از روی تطابق تقسیمات میلیمتری ورنیه و طببلک عمودی قرائت می‌گردد. در این مرحله باید بینم، که کدام یک از خطوط میلیمتری، در هر دو صفحه رویه روی هم قرار دارند، که در اینجا خط ششم، رویه روی یکی از خطوط طببلک قرار گرفته است (تصویر شماره ۵-۲۷). برای این اساس، عدد ۱۸۴۶ از روی شمارشگر پلانیمتر خوانده می‌شود.

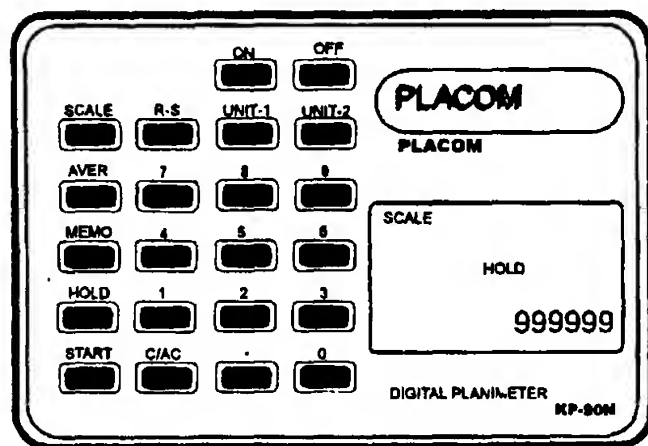
تصویر ۲۸ - ۵ مقایسه دو پهنه برای تعیین ضریب پلانیمتر



- ۶- برای دقت بیشتر، بهتر است، اندازه گیری را تکرار نموده و میانگین گیری کرد.
- ۷- چنانچه بازوی پلانیمتر با توجه به جدول پلانیمتر تقسیم شده باشد، می توان طی مراحل زیر مساحت هر محدوده ای را اندازه گیری نمود.
- ابتدا یک مربع با ابعاد معین مثلاً  $2 \times 2$  سانتیمتر با مداد، روی نقشه ترسیم می کنیم.
- مساحت مربع با توجه به مقیاس نقشه  $4$  کیلومتر مربع خواهد بود. (تصویر ۲۸-۵)
- با پلانیمتر، محدوده مربع را دور زده و عدد روی شمارشگر پلانیمتر را قرائت می کنیم. برای مثال، عدد  $1200$  بدست می آید.
- سپس محدوده مورد نظر (محدوده A) را با پلانیمتر دور زده و اندازه گیری می کنیم. شمارشگر پلانیمتر عدد  $2400$  را نشان می دهد.
- حال با یک تناسب ساده مساحت محدوده A به دست می آید  $\frac{1200 = 4 \text{ km}^2}{2400 = 8 \text{ km}^2}$ .
- مساحت محدوده A برابر هشت کیلومتر مربع خواهد بود.

تصویر ۲۹-۵

## پلانیمترهای دیجیتالی



در پلانیمترهای دیجیتالی، نیاز به هیچ گونه محاسبه ای نیست. بلکه مقیاس نقشه و همچنین واحد مورد اندازه گیری، از طریق صفحه کلید پلانیمتر به حافظه آن داده می شود، سپس همانند مراحل ذکر

شده در پلانیمترهای قطبی، پیرامون محدوده، در جهت حرکت عقربه های ساعت دور زده و بازدن کلید Memo مساحت روی صفحه ظاهر می گردد. این پلانیمتر، دارای حافظه است و می تواند علاوه بر ذخیره اطلاعات، میانگین اندازه گیری ها را در بیش از ۸ واحد مساحت به دست آورد (تصویر ۲۹-۵).

## تمرین

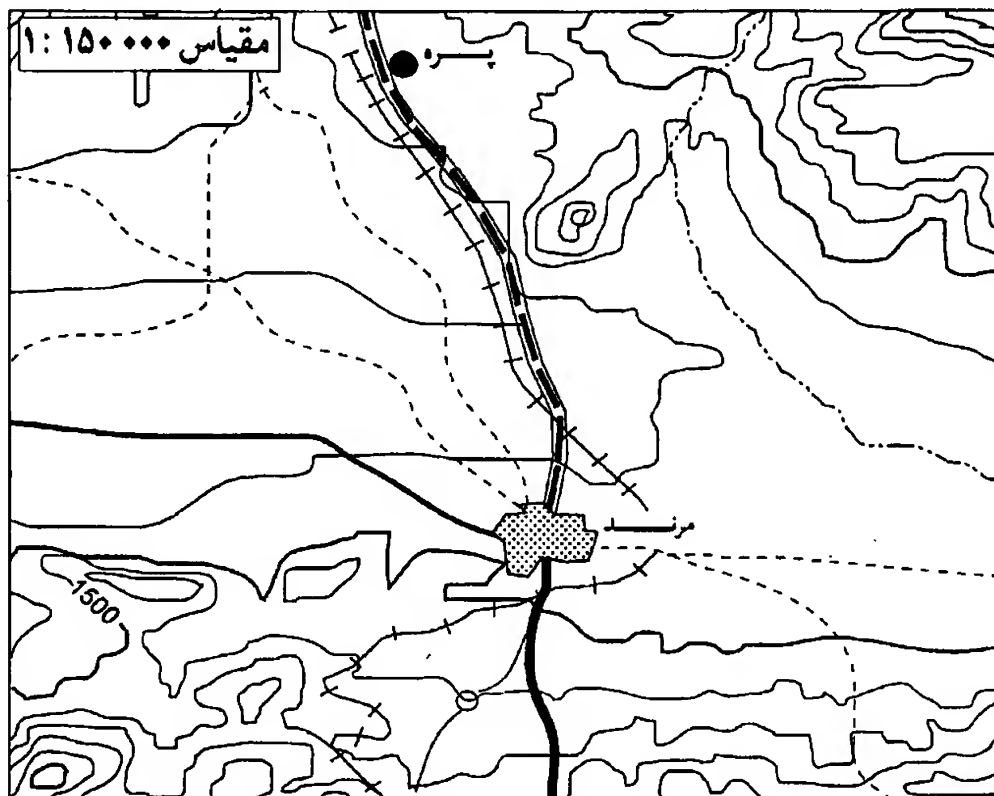
۱- طول مسیر چند جاده را به روش استفاده از نخ، پرگار، لبه کاغذ و کورویمتر اندازه گیری نموده و نتایج را با هم مقایسه کنید.

۲- مساحت کل نقشه ۵-۳۰ را بدست آورید.

۳- مساحت اراضی نیمه شرقی نقشه واقع در سمت راست جاده اصلی را به روشهای شبکه نقطه، شبکه مربع، روش نواری و پلانیمتر اندازه گیری نموده و نتایج را مقایسه کنید.

۴- مساحت قسمتی از نقشه را از طریق تبدیل آن به اشکال هندسی منظم محاسبه کنید.

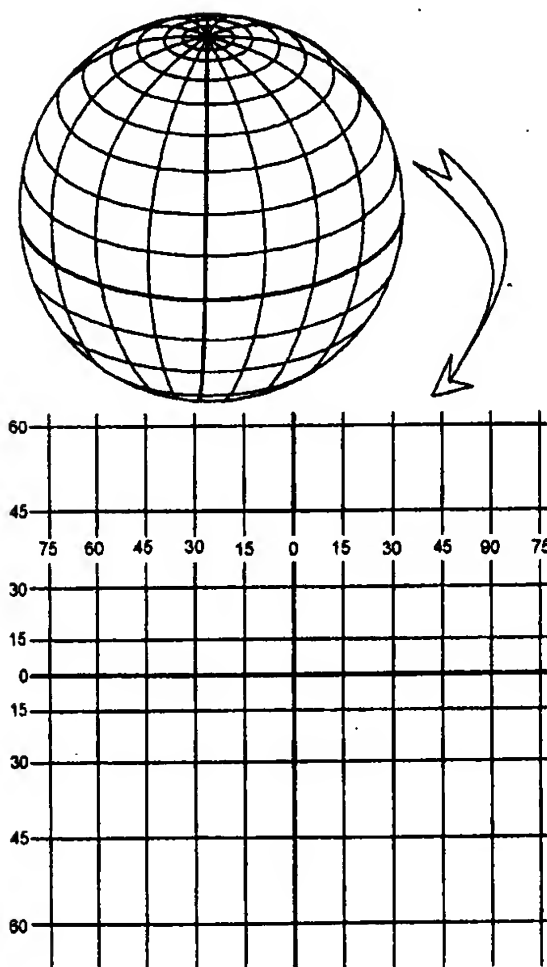
نقشه ۵-۳۰





## سیستم‌های تصویر نقشه

تصویر ۶-۱



### - سیستم‌های تصویر نقشه

زمین کروی است و تبدیل یک سطح کروی به یک سطح مستوی، بدون پارگی و کشیده شدن و فشرده شدن بخش‌هایی از آن امکان‌پذیر نیست.

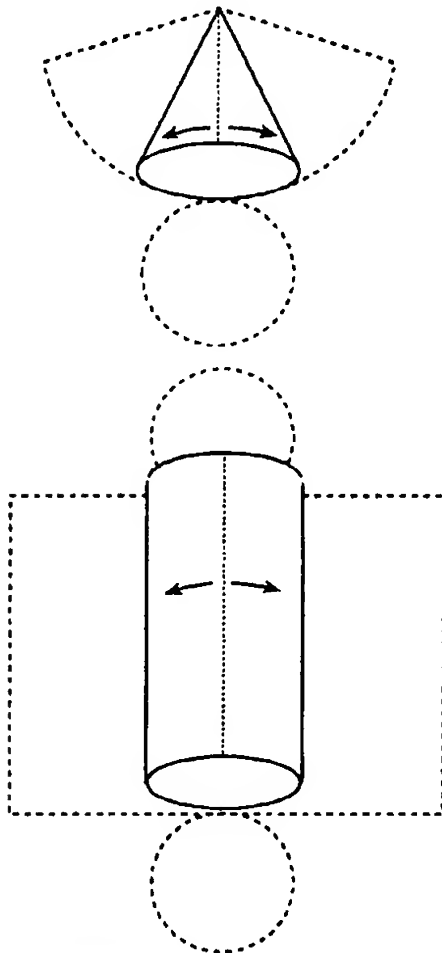
### مسئله اساسی در مبحث

سیستم‌های تصویر، نحوه انتقال شبکه جغرافیایی از یک سطح کروی به روی یک سطح مستوی و افقی است (تصویر شماره ۶-۱). هنگامی که یک سطح کروی به یک سطح افقی تبدیل می‌شود، خواه ناخواه موقعیت نقاط نسبت به هم تغییر خواهد کرد و در مقیاس کره زمین شکل خشکیها نیز عوض خواهد شد.

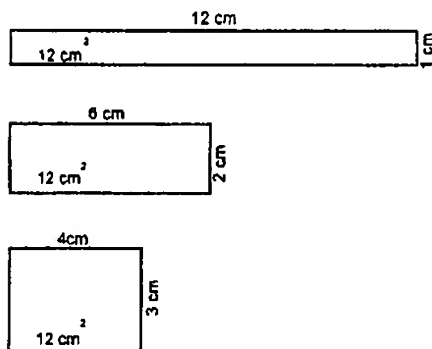
### - حجم‌های هندسی قابل تبدیل به سطح مستوی

بعضی از شکل‌های حجمی هندسی را می‌توان در طول یک یا چند خط معین بریده

و گسترش داد و به یک سطح مستوی تبدیل کرد (تصویر شماره ۶-۲). استوانه، مخروط و چند وجهی‌ها از این گروه هستند. اگر زمین به صورت مخروط یا استوانه بود نیازی به تصویر ۶-۲



تصویر ۶-۳



استفاده از سیستم‌های تصویر نبود. زمین مانند اشکال ذکر شده قابل گسترش نیست. حتی اگر آن را تکه تکه کنند و کنار هم قرار دهند. هر کدام از آن تکه‌ها تحدب سطح کره را خواهد داشت. بنابراین، گسترش کره زمین بدون فشردگی یا کشیدگی امکان پذیر نیست.

### - سیستم‌های معادل و سیستم‌های مشابه

تعداد سیستم‌های تصویری که برای تهیه نقشه ابداع شده‌اند، بسیار زیاد است و هر کدام ویژگی خاصی دارند. تنها دو صفت است که در تمام سیستم‌های تصویر مورد بحث می‌باشد. یک سیستم تصویر، یا معادل است یا مشابه و یا هیچ کدام از این دو صفت را ندارد.

#### الف: سیستم‌های معادل<sup>(۱)</sup>

در سیستم‌های تصویر معادل شکل پهنه‌ها تغییر پیدا می‌کند، ولی مساحت آنها ثابت باقی می‌ماند. مثلاً چند مستطیل با ابعاد  $1 \times 12$  و  $2 \times 6$  و  $3 \times 4$  سانتیمتر، هر سه دارای مساحتی معادل ۱۲ سانتیمتر مربع می‌باشند (تصویر شماره ۶-۳).

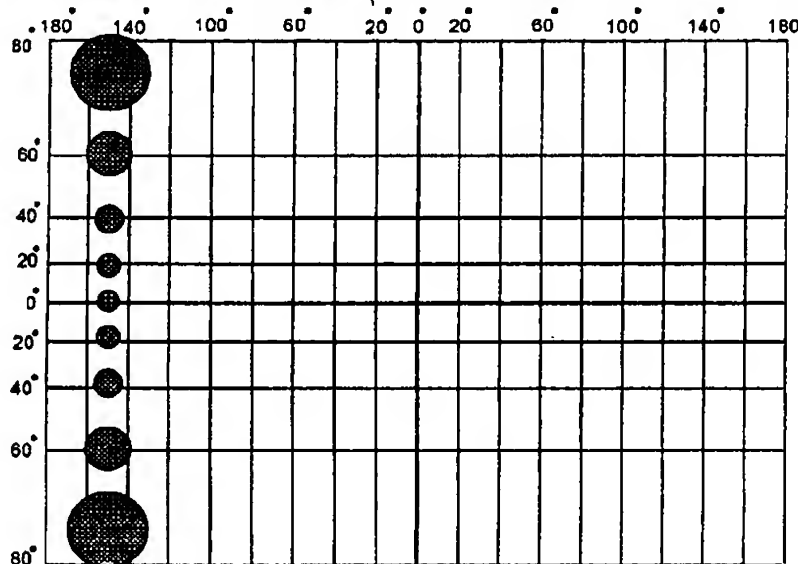


نظیر همین مثال، در نقشه‌های معادل به همان نسبتی که در یک جهت مقیاس افزایش می‌یابد. در جهت مقابل کاهش خواهد داشت. بنابراین شکل پهنه‌ها و خشکی‌ها مشابه واقعی نخواهد بود. نقشه شماره ۶-۴ گرینلند را در دو سیستم معادل و مشابه نشان می‌دهد.

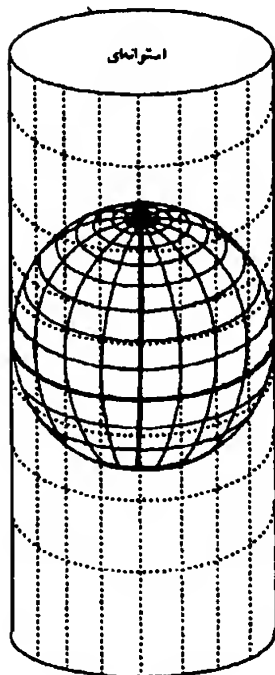
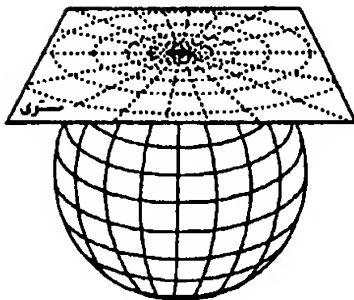
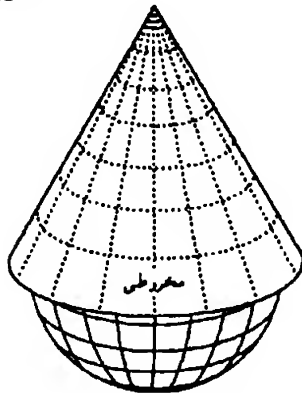
### ب) سیستم‌های مشابه

در سیستم‌های مشابه نسبت کوچک شدن مقیاس پهنه‌ها در سرتاسر نقشه یکسان نیست. ولی افزایش یا کاهش مقیاس در جهات متقابل برابر است. در این سیستم‌ها شکل خشکی‌ها و پهنه‌ها مشابه است. لیکن مساحت آنها در همه جای نقشه معادل نیست. در تصویر شماره ۶-۵ دایره‌ها در همه جای سطح کره زمین به یک اندازه

تصویر ۶-۵ نسبت تغییر مقیاس در سیستم تصویر استوانه‌ای با ویژگی مشابه



تصویر ۶-۶

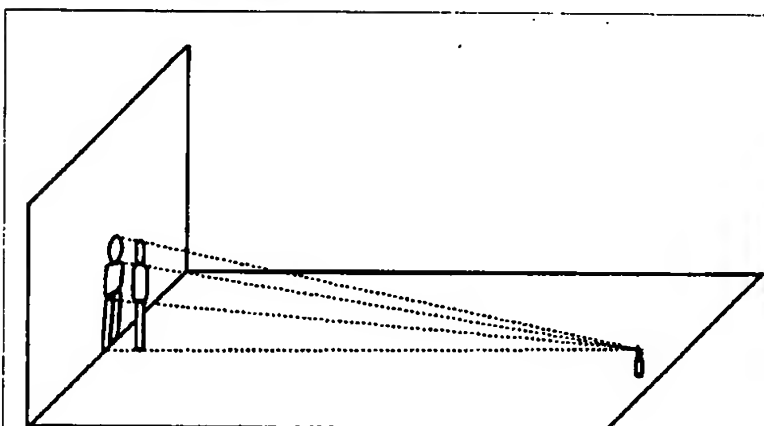


بوده و به عبارتی هم مساحت هستند ولی در روی نقشه تهیه شده در یک سیستم تصویر مشابه، اندازه آنها به سمت قطبین افزایش می‌یابد. لیکن شکل آنها کاملاً مشابه و همگی به شکل دایره‌اند.

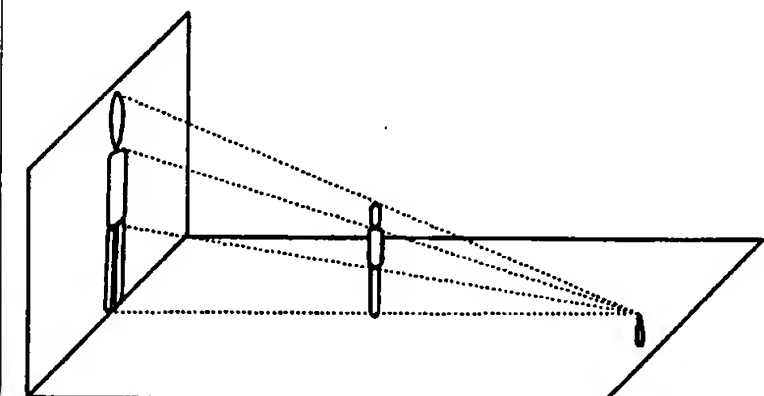
### - زمینه نظری سیستم‌های تصویر

چون کره یک شکل قابل گسترش نیست، پس برای بدست آوردن مدلی از آن در روی یک سطح مستوی، ابتدا باید تصویر آن را روی یک شکل هندسی قابل گسترش مثل مخروط، استوانه یا صفحه مستوی منتقل نموده و سپس آنها را گسترش داد (تصویر شماره ۶-۶). برای این منظور به طور فرضی از یک کره شفاف که مختصات روی آن ترسیم شده، یا از یک کره سیمی استفاده می‌گردد. در مرکز این کره لامپی روشن است و سایه مختصات، روی سطح استوانه یا مخروطی که مماس بر سطح این کره است منتقل می‌گردد. سپس مخروط و استوانه مماس بر سطح کره که سایه مختصات بر روی آن ترسیم شده است قابل گسترش خواهند بود. هر چند عملاً چنین کاری صورت نمی‌گیرد و تقریباً تمامی سیستم‌های تصویر از طریق یک سری روابط و محاسبات ریاضی ترسیم و تبدیل می‌گردند.

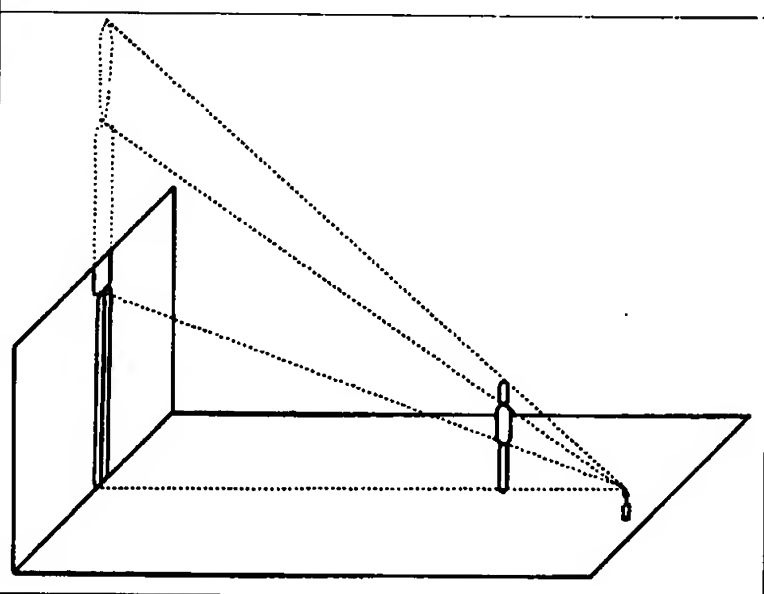




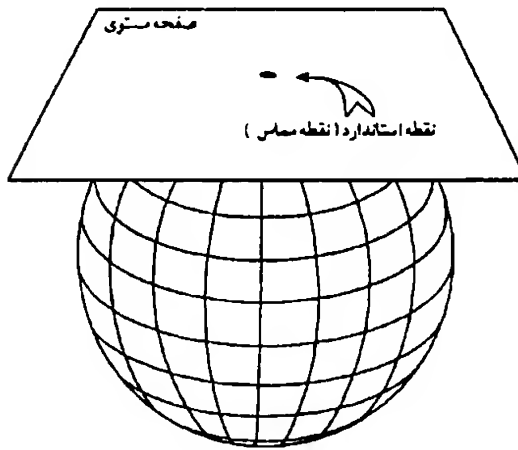
تصویر ۶-۷  
با تغییر فاصله  
فرد ایستاده، نسبت  
به منبع نور، اندازه  
سایه کوچک یا  
بزرگ می‌گردد.



تصویر ۶-۸  
در سیستم‌های  
پرسپکتیو مرکزی  
تنها قسمتی از کره  
را می‌توان به  
تصویر کشید.



## تصویر ۹-۶



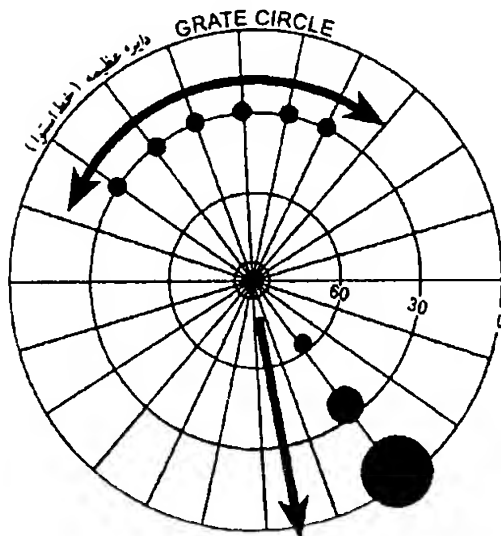
## - انواع سیستمهای تصویر

سیستم های تصویر نقشه، در چهار گروه اصلی شامل: سیستمهای تصویر مستوی<sup>(۱)</sup>، مخروطی<sup>(۲)</sup> استوانه‌ای<sup>(۳)</sup> و سیستم های تصویر منفرد<sup>(۴)</sup> طبقه‌بندی می‌گردند.

همان گونه که در مبحث زمینه نظری سیستم‌های تصویر بحث گردید، به طور فرضی از یک کره شفاف که مختصات

طول و عرض جغرافیایی با رنگ سیاه در روی آن ترسیم شده است، استفاده می‌گردد. چنانچه لامپی در مرکز این کره روشن گردد، سایه مختصات در روی کاغذ یا پرده که یک سطح مستوی است، قابل مشاهده خواهد بود. در این روش، عملاً می‌توان یک سطح کرووی را در روی یک سطح مستوی تصویر کرد.

## تصویر ۱۰-۶



تصویر حاصل، یک سیستم تصویر هندسی حقیقی می‌باشد. چنانچه محل لامپ در مرکز کره تغییر کند، ابعاد سایه‌ها نیز تغییر خواهند کرد. یک مثال ساده می‌تواند درک مسئله را آسان نماید.

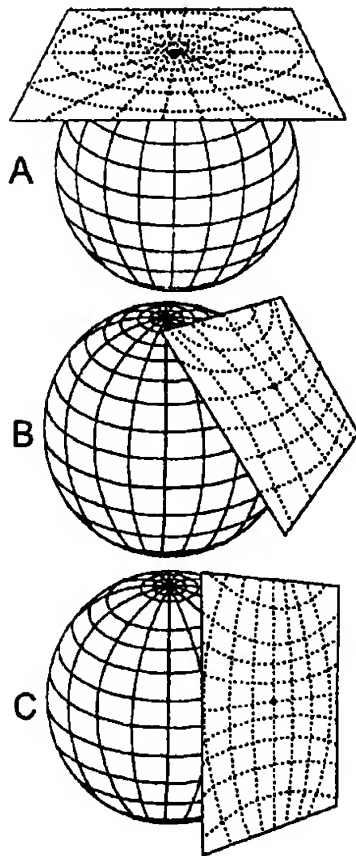
چنانچه در یک اتاق تاریک، شمع روشنی را در کف اتاق قرار دهید و سپس فاصله خود را نسبت به شمع و دیوار پشت سر تغییر دهید، ابعاد سایه

1- Azimutal or Zenithal

2- Conical

3- Cylindrical

4- Individual



شما در روی دیوار تغییر خواهد کرد. با این تفاوت که نسبت تغییر مقیاس اجزای بدن شما در هر حالت، به یک اندازه نخواهد بود (تصویر ۶-۷). هنگامی که در نزدیکی دیوار ایستاده‌اید، سایه شما تقریباً یک تصویر حقیقی است و مقیاس سایه ثابت است. اما هر قدر به شمع نزدیک می‌شوید، سایه سر شما کشیده‌تر خواهد شد (تصویر ۶-۸). به طوری که در فاصله خیلی نزدیک به شمع، سایه بخشهای بالاتنه در روی دیوار محو می‌گردد. در حالت اخیر، تغییر مقیاس اندازه سر با پاها، در هر حالت یکسان نخواهد بود. و نسبت کشیدگی سایه از پایین به سمت بالا افزایش می‌یابد.

### - ویژگیهای مشترک سیستمهای تصویر

#### مستوی

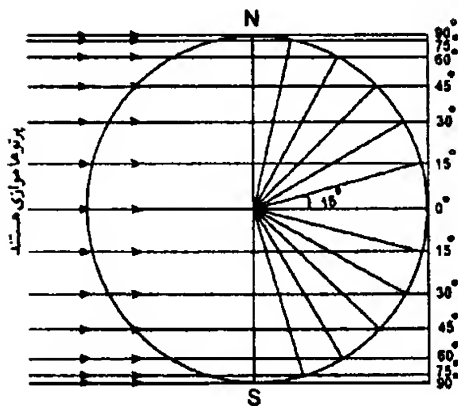
۱ - تنها یک نقطه به عنوان نقطه مماس در این سیستم وجود دارد، که نقطه استاندارد گفته می‌شود (تصویر شماره ۶-۹).

۲ - مقیاس به طور شعاعی از نقطه استاندارد به اطراف به طور یکسان تغییر می‌کند.

۳ - پیرامون نقشه‌ای که در این سیستم تهیه می‌گردد، به شکل دایره است (تصویر ۶-۱۰).

۴ - هر خط مستقیمی که از مرکز تصویر

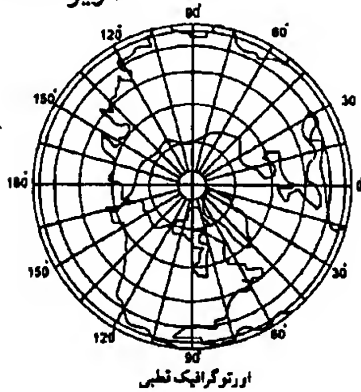
تصویر ۶-۱۲



عبور کند، امتداد آن، جهت جغرافیایی حقیقی را نشان خواهد داد. این خط، در واقع بر روی یک دایره عظیمه واقع شده که از مرکز تصویر (نقطه استاندارد)، عبور کرده است.

۵- دایره ای که در نقشه، یک نیمکره را احاطه کرده، یک دایره عظیمه است.

تصویر ۶-۱۳



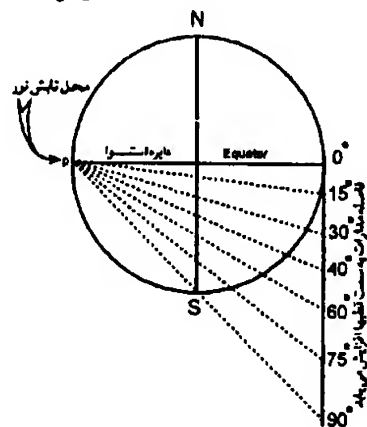
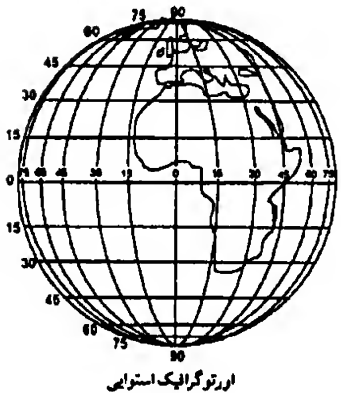
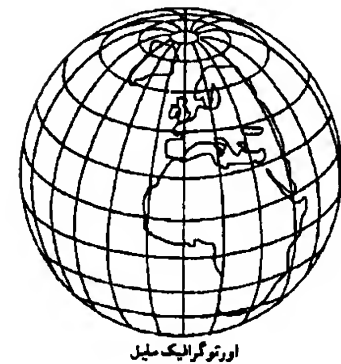
- انواع سیستم های تصویر مستوی  
بر حسب محل نقطه استاندارد

محل نقطه مماس در روی کره، می تواند سه حالت متفاوت را نشان دهد. تصویر شماره ۶-۱۱ A تصویر مستوی قطبی<sup>(۱)</sup> B تصویر مستوی مایل<sup>(۲)</sup> و C تصویر مستوی استوایی<sup>(۳)</sup> را نشان می دهد.

انواع مهم سیستم های تصویر مستوی  
۱- سیستم تصویر اورتوگرافیک<sup>(۴)</sup>

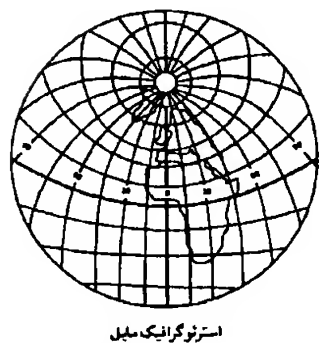
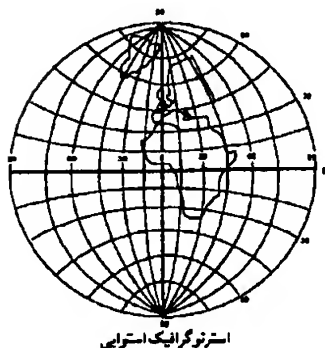
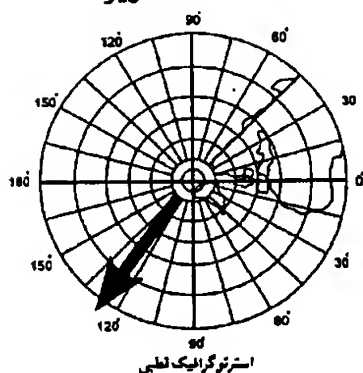
با توجه به تصویر شماره ۶-۱۲ چنانچه پرتوها به صورت موازی تابانده شوند، تصویر حاصل اورتوگرافیک خواهد بود. تصاویر شماره ۶-۱۳ سه حالت قطبی، مایل و استوایی آن را نشان می دهد. ویژگیهای این سیستم

تصویر ۶-۱۴

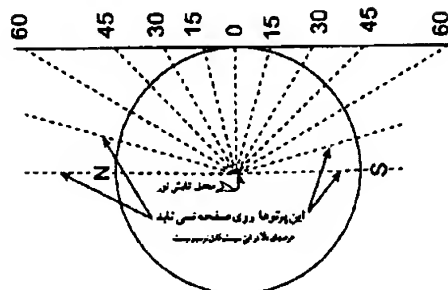


- 1- Polar
- 2- Oblique
- 3- Equatorial
- 4- Orthographic

تصویر ۶-۱۵



تصویر ۶-۱۶



حالت قطبی به شرح زیر است.

- فاصله مدارات از نقطه استاندارد به اطراف کاهش می‌یابد. در این سیستم حداکثر یک نیمکره قابل نمایش است.

- مقیاس در مرکز، بسیار بزرگتر از قسمتهای حاشیه است.

- این سیستم نه معادل است و نه مشابه.

- تصویر حاصل در این سیستم، همانند یک عکس از کره است.

کاربرد آن بسیار محدود می‌باشد و اغلب برای جنبه‌های نمایش، ایضاح در گفتار یا نوشته‌های مربوط به سیاست جهانی و مسائل استراتژیک و نظامی استفاده می‌شود.

## ۲- سیستم تصویر استرنوگرافیک<sup>(۱)</sup>

محل تابش پرتوها، از نقطه هم قطر محل نقطه استاندارد می‌باشد (تصویر شماره ۶-۱۴).

ویژگیهای این سیستم به شرح زیر است:

- اندازه تصویر تهیه شده، بزرگتر از کره‌ای

است که برای ساختن آن به کار رفته است.

- این سیستم قادر است بیش

از یک نیمکره را نمایش دهد.

- فاصله مدارات از مرکز به

اطراف زیاد می‌گردد.

- کلیه مختصات در این سیستم، یا خطوط مستقیم هستند و یا قوس‌هایی از دایره می‌باشند.

- این سیستم، ویژگی مشابه حقیقی دارد.

- مقیاس از مرکز به اطراف خیلی زیاد افزایش می‌یابد.

این سیستم یکی از مهمترین سیستم‌های تصویر مستوی است و در زمینه‌های نظامی و هواپیمایی کاربرد بسیار زیادی دارد. به طوری که اساس سیستم تصویر U.P.S (به درس ۱۳ مراجعه کنید) را برای تهیه نقشه‌های عرضهای بالای ۸۰° درجه و نواحی قطبی تشکیل می‌دهد. نقشه‌های ناوبری مقیاس ۱:۱۰۰۰ ۰۰۰ برای نواحی قطبی و نیز نقشه‌های هواشناسی، در این سیستم تهیه شده‌اند.

تصویر شماره ۱۵-۶ انواع تصویر استروگرافیک را براساس محل نقطه مماس نشان می‌دهد.

### ۳- سیستم تصویر گنومونیک

محل تابش پرتوها در این سیستم، از مرکز کره فرض می‌شود (تصویر شماره ۱۶-۶).

ویژگیهای این سیستم عبارتند از:

- فاصله شبکه مختصات از مرکز تصویر به اطراف، سرعت افزایش می‌یابد، به

طوری که مقیاس در حاشیه، فوق العاده زیاد است.

- نمایش یک نیمکره هم در این سیستم امکان پذیر نیست و فقط می‌توان بخش

کوچکی از کره را ترسیم نمود.

- مهمترین ویژگی این سیستم آن است که هر خط مستقیمی که در روی نقشه

گنومونیک ترسیم گردد، در امتداد یک دایره عظیمه خواهد بود. به همین دلیل در

زمینه‌های ناوبری بسیار اهمیت پیدا می‌کند.

### ۴- سیستم تصویر مستوی هم فاصله

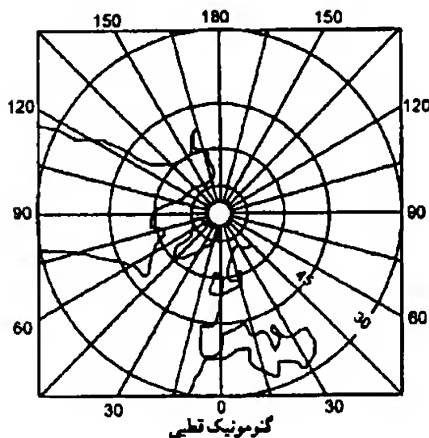
این سیستم از قرارگرفتن مدارات و نصف النهارات با فاصله مساوی از مرکز نقشه به

طرف حاشیه آن ترسیم می‌گردد (تصویر شماره ۱۸-۶). ویژگیهای این سیستم عبارتند از:

- تمامی کره در این سیستم قابل نمایش است.

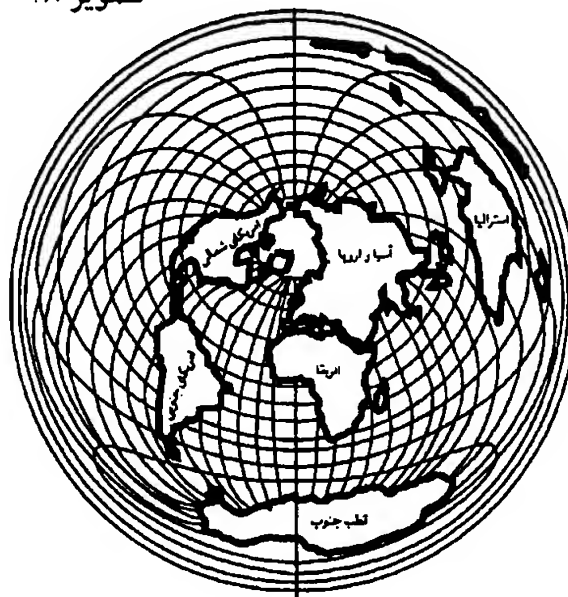
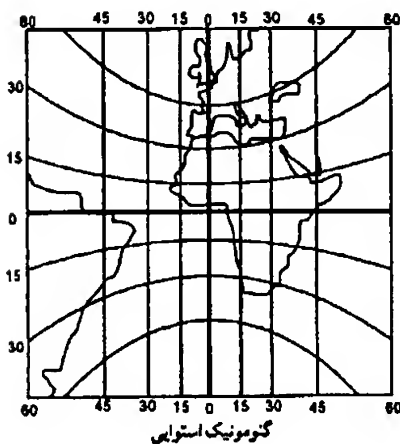
- نقطه متقاطعی در این نقشه، دایره‌ای است که نقشه را احاطه کرده است.

- مقیاس در طول خطوطی که از مرکز نقشه عبور می‌کنند ثابت است. تصویر ۱۷-۶



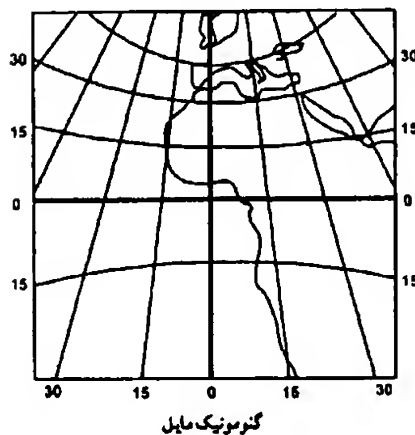
این سیستم تصویر، نقشه فوق‌العاده مفیدی در زمینه مسائل هوانوردی به دست می‌دهد. هنگامی که یک شهر یا فرودگاه در مرکز نقشه قرار می‌گیرد، با رسم یک خط مستقیم از مرکز به نقطه مورد نظر به آسانی می‌توان امتداد دایره عظیمه را پیدا کرده و فاصله را به سرعت اندازه‌گیری نمود. شایان ذکر است که امتداد دایره عظیمه، کوتاهترین مسیر در سطح کره است.

تصویر ۱۸-۶

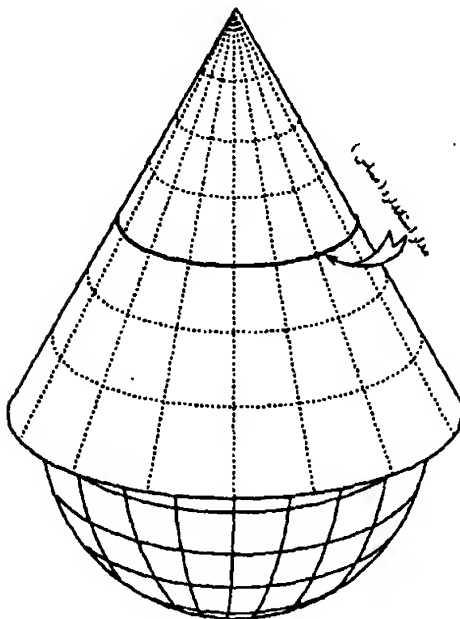


۵- سیستم تصویر مستوی معادل

این سیستم به نام طراح آن، سیستم تصویر مستوی لامبرت هم گفته می‌شود. مهمترین ویژگی این سیستم معادل بودن آن است و براساس یک فرمول ریاضی طراحی شده است.



تصویر ۶-۲۰

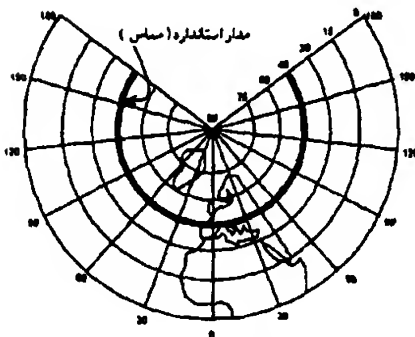


ب) سیستمهای تصویر مخروطی همانگونه که در تصویر شماره ۶-۲۰ دیده می‌شود، در این نوع سیستم تصویر، بطور فرضی یک مخروط که یک شکل قابل گسترش می‌باشد، بر روی کره قرار می‌گیرد. محور مخروط در امتداد محور زمین می‌باشد. مخروط در امتداد یکی از مدارات بر سطح کره مماس می‌گردد. این مدار، مدار استاندارد نامیده می‌شود. چنانچه لامپی در مرکز کره روشن نماییم، سایر شبکه مختصات، بر سطح مخروط قابل ترسیم خواهد بود.

- ویژگیهای مشترک سیستم‌های تصویر

مخروطی

تصویر ۶-۲۱



۱- مدارات، قوسهای دایره و هم مرکز هستند.

۲- نصف النهارات، همگی خطوط مستقیم بوده و بصورت شعاع‌هایی بر مدارات عمودند.

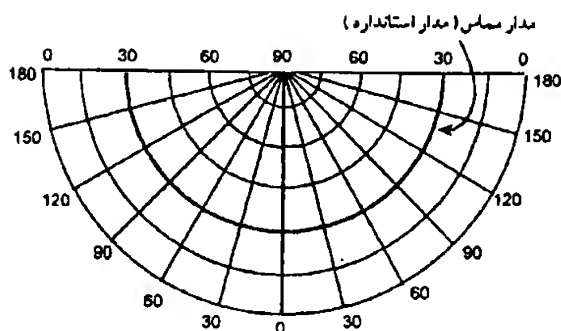
۳- در این سیستم، تمامی کره یکجا قابل نمایش نیست.

۴- مقیاس در امتداد مدار استاندارد ثابت است و با فاصله گرفتن از آن تغییر می‌کند.

۵- تصویر مخروطی به هیچ وجه یک دایره کامل نیست و اگر مدار استاندارد، مدار ۳۰ درجه باشد، تصویر درست یک نیم‌دایره خواهد بود (تصویر ۶-۲۲) و در عرضهای بالاتر، از یک نیم‌دایره بزرگتر است (تصویر شماره ۶-۲۳) و بالعکس در عرضهای



پایین‌تر، از یک نیم‌دایره کوچک‌تر خواهد بود.



- انواع مهم سیستم‌های تصویر

مخروطی

سه گروه از سیستم‌های

تصویر مخروطی اهمیت بیشتری

دارند، این سه گروه عبارتند از:

۱ - سیستم تصویر مخروطی

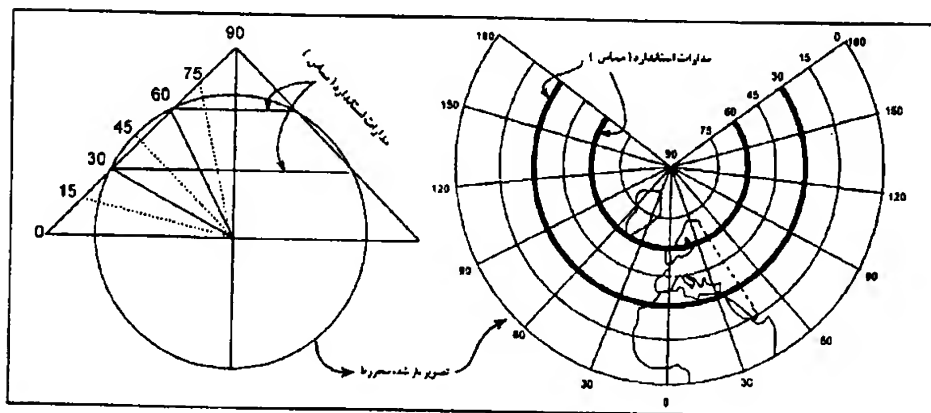
ساده یا پرسپکتیو مرکزی.

۲ - سیستم تصویر مخروطی مشابه لامبرت.

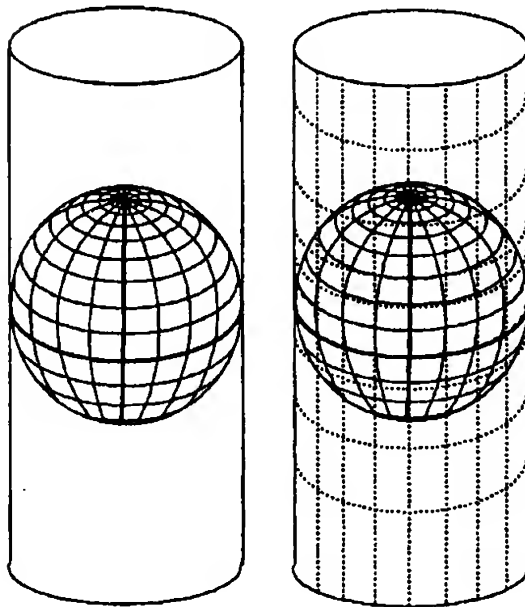
۳ - سیستم تصویر چند مخروطی.

در میان سیستم‌های ذکر شده، سیستم تصویر مشابه لامبرت از اهمیت بیشتری برخوردار است. این سیستم از تبدیل سیستم مخروطی با دو مدار استاندارد ساخته شده است (تصویر شماره ۶-۲۳). در این سیستم، فاصله مدارات طوری تنظیم شده است که نقشه، ویژگی مشابه حقیقی پیدا کرده است.

تصویر ۶-۲۳ سیستم تصویر مخروطی با دو مدار استاندارد.



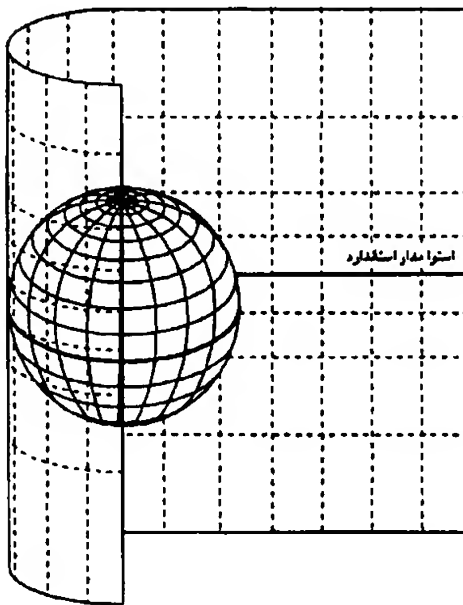
تصویر ۶-۲۴



از آنجا که خطوط شبکه، از خطوط مستقیم و قوس‌های دایره‌ای هم مرکز تشکیل شده، نه تنها ترسیم آن آسان است، بلکه هنگامی که پایه یک ردیف نقشه‌های بزرگ مقیاس قرار می‌گیرد، موقع چیدن برگ‌های جداگانه در کنار هم، کاملاً جفت شده و فاصله‌ای بین آنها باقی نمی‌ماند.

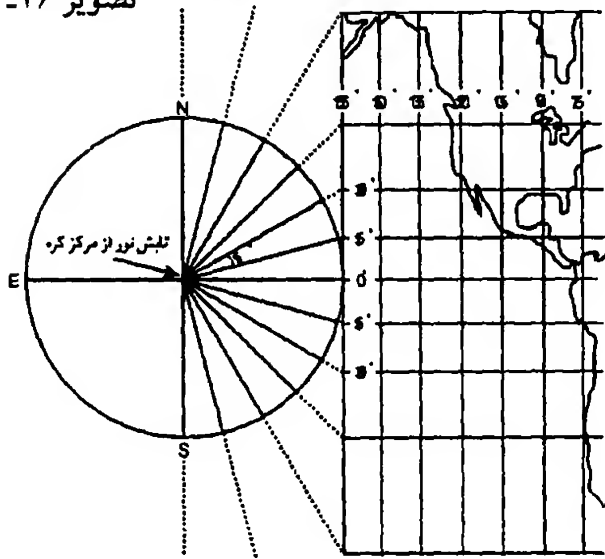
سیستم تصویر مشابه لامبرت، کاربرد وسیعی دارد. در نقشه‌های توپوگرافی یک

میلیونیم جهانی، از این سیستم استفاده شده است. ترسیم یک خط مستقیم در روی تصویر ۶-۲۵



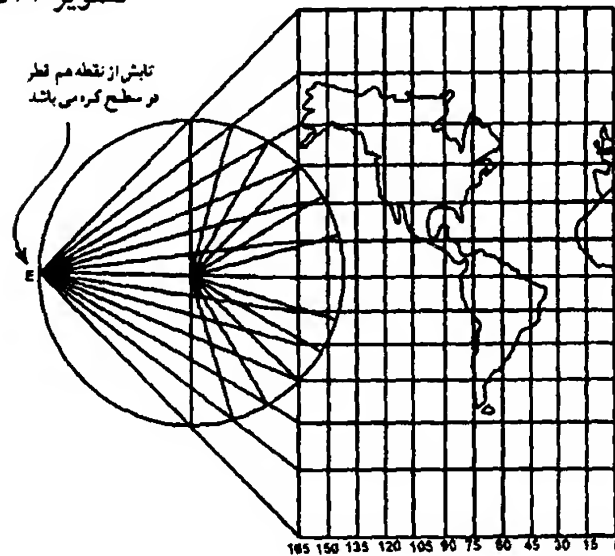
نقشه‌های این سیستم، چنان به دایره عظیمه نزدیک است که نیاز به استفاده از نقشه‌های گنومونیک نمی‌باشد. به همین سبب، نقشه‌های ناوبری هوایی برای تمام دنیا و در مقیاسهای متفاوت در این سیستم تهیه شده است. نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی ایران نیز در این سیستم تهیه می‌شود.

ج - سیستم‌های تصویر استوانه‌ای پایه نظری این سیستم، از قرار دادن یک کره شفاف در داخل یک استوانه به دست می‌آید. بدیهی است، چنانچه



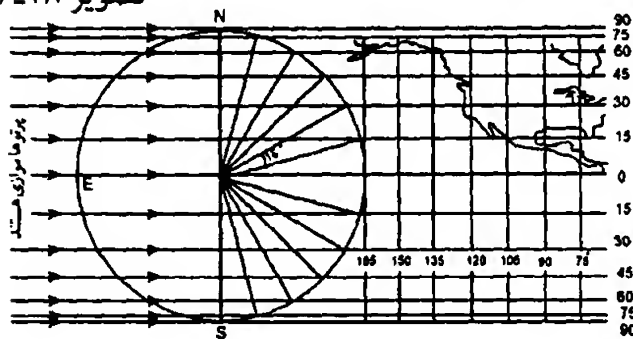
محور استوانه و کره در راستای هم باشند، استوانه تنها در امتداد دایره عظیمه خط استوا، با سطح کره مماس خواهد بود (تصویر شماره ۶-۲۴). چنانچه لامپی در مرکز کره روشن کنیم، سایه مختصات در روی سطح استوانه، همانند تصویر شماره ۶-۲۵ ظاهر خواهند شد. با تغییر موقعیت کره یا تغییر محل تابش نور، بطور نظری سیستم‌های استوانه‌ای متفاوتی طرح‌ریزی می‌شود که معروفترین آنها، سیستم تصویر مرکاتور مستقیم و معکوس می‌باشد.

تصویر ۶-۲۷



از ویژگی عمومی سیستم‌های استوانه‌ای، داشتن شبکه مختصات متعامد در حالت

تصویر ۶-۲۸



استوایی است. یعنی زمانی که دایره عظیمه استوا، به سطح استوانه مماس فرض می‌شود، در شبکه حاصل، نصف النهارات خطوط قائم و موازی و هم فاصله بوده ولی

مدارات در عین اینکه موازی و افقی هستند، اما هم فاصله نیستند.

## - انواع مهم سیستم‌های استوانه‌ای

### ۱- سیستم استوانه‌ای ساده

براساس تصویر شماره ۶-۲۶ تابش نور از مرکز کره فرض می‌شود. مقیاس به طرف قطبین بقدری سریع افزایش می‌یابد که از آن برای ساختن یک نقشه جهان‌نما نمی‌توان استفاده کرد. نمایش تمامی کره با این سیستم امکان‌پذیر نیست. اما برای کشورهای مناطق استوایی، سیستم نسبتاً خوبی است.

### ۲- سیستم استرنوگرافیک‌گال

در این سیستم، استوانه بصورت قاطع از مدارهای ۴۵ درجه شمالی و جنوبی می‌گذرد و تابش نور بصورت استرنوگرافیک و از نقطه متقاطع، در نظر گرفته شده است. بنابراین فاصله مدارات نسبت به سیستم استوانه‌ای ساده، خیلی کمتر است (تصویر شماره ۶-۲۷).

با این سیستم می‌توان نقشه‌ای از تمامی کره تهیه نمود.

### ۳- سیستم استوانه‌ای معادل

تشخیص این سیستم آسان است. زیرا برخلاف سیستم‌های دیگر، مدارات به سوی قطبین فشرده می‌شوند. این سیستم با فرض تابش نور بصورت پرتوهای موازی (اورتوگرافیک)، بصورت هندسی ترسیم می‌شود. این سیستم ویژگی معادل دارد، ولی بعلت فشرده‌گی زیاد در عرضهای بالا، یک نقشه جهان‌نمای خوبی به دست نمی‌دهد (تصویر شماره ۶-۲۸).

## ۴ - سیستم تصویر مرکاتور

این سیستم، یکی از مهمترین سیستم‌های استوانه‌ای به شمار می‌رود. این سیستم توسط مرکاتور<sup>(۱)</sup> دانشمند هلندی طراحی شده است (تصویر شماره ۶-۲۹). از نظر کلی شبیه سیستم استوانه‌ای ساده یا استرنوگرافیک گال است.

- ویژگیهای این سیستم عبارتند از:

- این سیستم ویژگی مشابه واقعی دارد.

- فاصله مدارات از همدیگر، از یک فرمول پیچیده ریاضی بدست می‌آید و براساس آن، فاصله آنها از استوا به سمت قطب افزایش می‌یابد.

- نقشه مرکاتور، معمولاً حداکثر می‌تواند تا عرضهای ۸۰ تا ۸۵ درجه را نمایش دهد.

- هر خط مستقیمی روی نقشه مرکاتور، دارای آزیموت ثابت است. این خط در

دریابردی، خط رامب<sup>(۲)</sup> نامیده می‌شود. خط رامب خطی است که نصف النهارات را با زاویه ثابت قطع می‌کند.

- مقیاس به سمت قطبین افزایش می‌یابد، به طوری که در مدار ۶۰ درجه مقیاس دو

برابر مدار استوا است.

- اهمیت خط رامب و دایره عظیمه<sup>(۳)</sup>

در ناوبری هوایی و دریایی، تعقیب مسیر روی دایره عظیمه مطلوب است. زیرا

کوتاهترین فاصله بین دو نقطه است. این کار بسادگی امکان پذیر نیست. زیرا دایره

عظیمه در روی نقشه مرکاتور، تمام نصف النهارات را با یک زاویه ثابت قطع نمی‌کند.<sup>(۴)</sup>

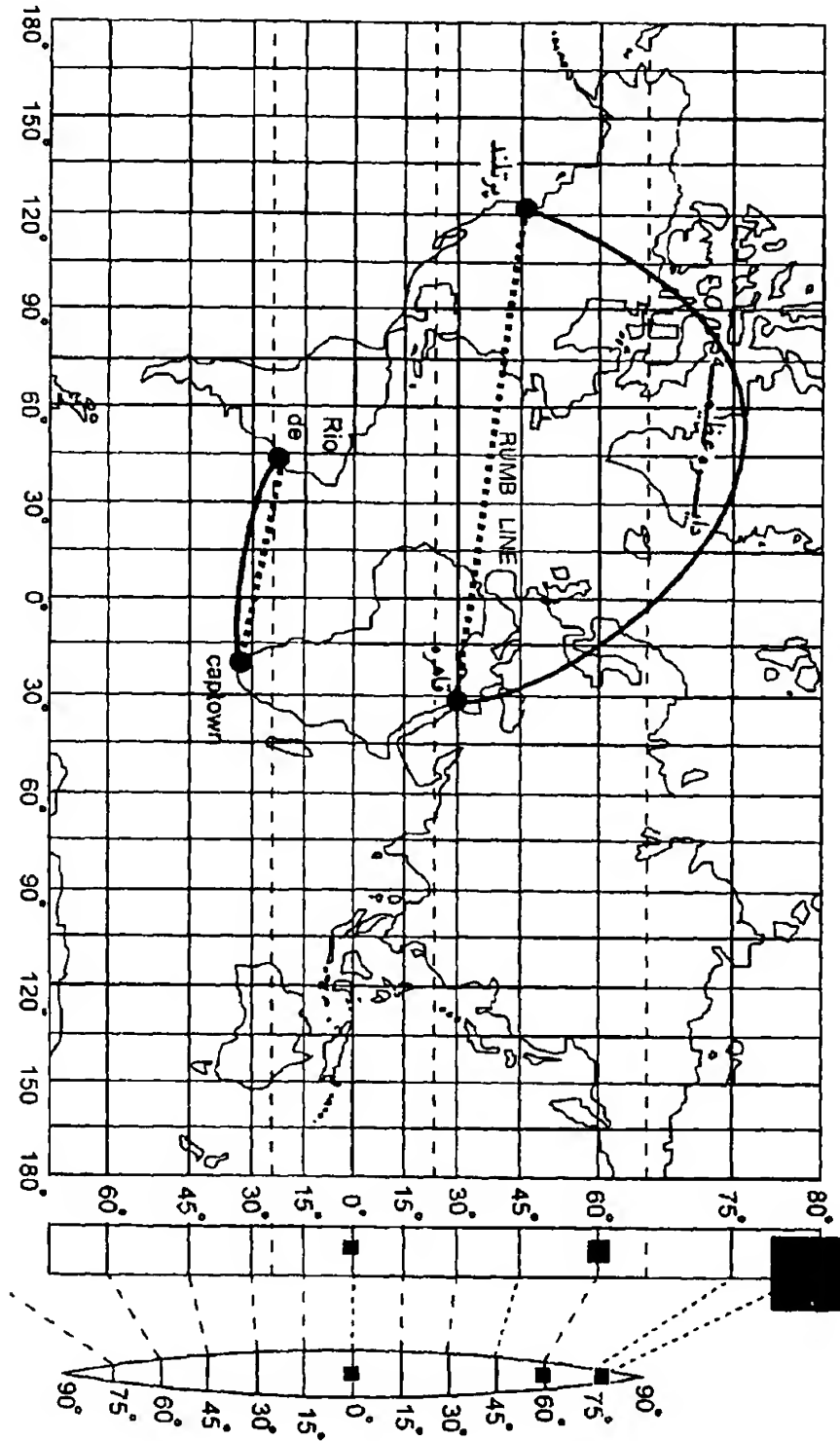
1- Gerardus Mercator

2- Rumb Line or Loxodrome

۳- امروزه در کارهای دریایی و هوانوردی از دستگاههای بسیار پیشرفته و GPS استفاده می‌نمایند که متکی بر اطلاعات ماهواره‌ای است بنابراین استفاده از نقشه‌ها عملاً بسیار محدود شده است.

۴- دایره عظیمه، در سطح زمین نصف النهارات را با یک زاویه ثابت قطع می‌کند. اما روی سیستم تصویر مرکاتور، چنین نیست. امتداد دایره عظیمه روی یک کره، با استفاده از یک نخ براحتی به دست می‌آید.

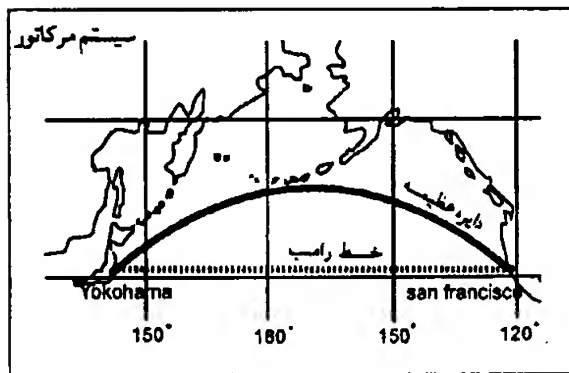
نقشه شماره ۶-۲۹ نقشه جهانی مرکاتور، در این نقشه، مسیر دایره عظیمه و خط رامب مقایسه شده است.



بنابراین کشتی یا هواپیما برای تعقیب چنین مسیری، باید مدام جهت خود را نسبت به شمال تنظیم نماید. برای رفع این مشکل، از دو نقشه مرکاتور و گنومونیک همزمان استفاده می‌کنند. زیرا همان گونه که قبلاً گفته شد:

- یک خط مستقیم روی نقشه گنومونیک، امتداد دایره عظیمه است و کوتاهترین فاصله را نشان می‌دهد.

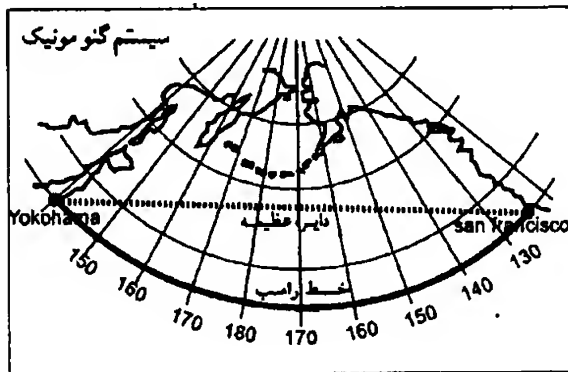
- یک خط مستقیم روی نقشه مرکاتور، خط رامب است و دارای زاویه ثابت نسبت به شمال حقیقی است.



تصویر شماره ۶-۳۰ مسیر

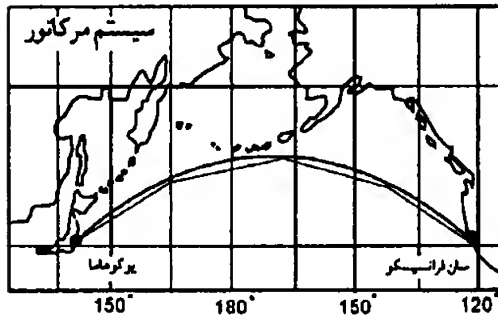
دایره عظیمه و خط رامب در دو

تصویر گنومونیک و مرکاتور



در دریانوردی برای طی مسیری کوتاه ابتدا مسیر مورد نظر روی گنومونیک ترسیم

می‌شود، (دایره عظیمه) و سپس این مسیر، به وسیله پاره خط‌هایی به روی تصویر  
تصویر ۶-۳۱

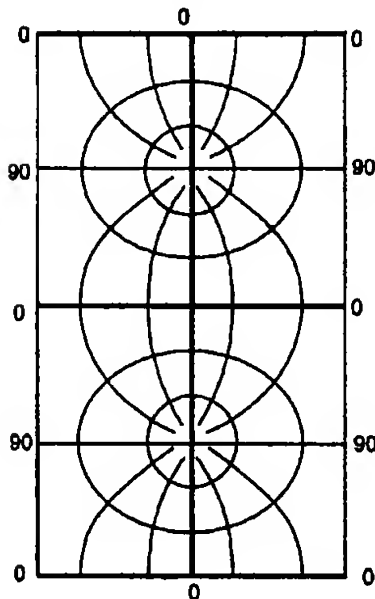


مرکاتور منتقل می‌گردد (نقشه شماره  
۶-۳۱). کشتی به جای دایره عظیمه،  
مسیر این پاره خط‌ها را تعقیب می‌کند و  
عملاً در طول مسیر، فقط چند بار در  
نقاط مشخص مسیر خود را تصحیح  
خواهد کرد.

#### ۵ - سیستم مرکاتور معکوس

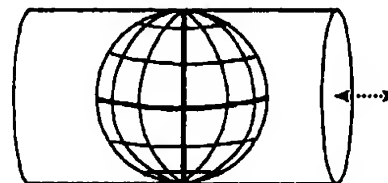
در سیستم مرکاتور معکوس، یک استوانه مماس بر کره جغرافیایی در طول یک زوج  
نصف النهار انتخابی فرض شده است (تصویر شماره ۶-۳۲). نقشه حاصل در تصویر  
شماره ۶-۳۳ دیده می‌شود. در این سیستم، نصف النهار مرکزی و دایره استوا خط  
مستقیم هستند. این سیستم، برای تهیه نقشه جهان نما سیستم مناسبی نیست. اما برای  
تهیه نقشه‌های توپوگرافی بزرگ مقیاس، پایه بسیار خوبی است.

تصویر ۶-۳۳



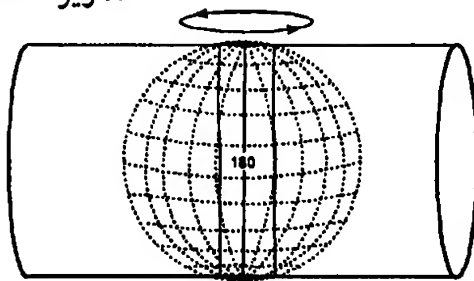
تصویر ۶-۳۲

سیستم استوانه ای معکوس،  
در این سیستم استوانه با دو  
نصف النهار مماس می‌گردد.

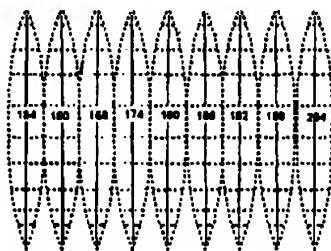




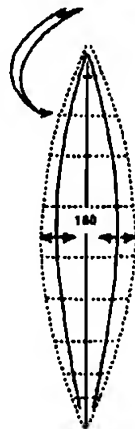
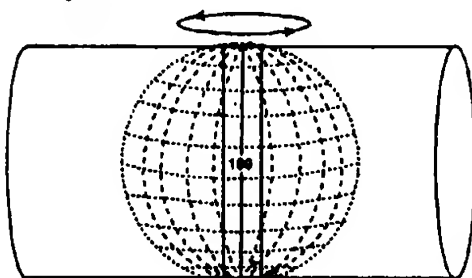
تصویر ۶-۳۴



تصویر ۶-۳۵



تصویر ۶-۳۶



#### ۴- سیستم تصویر U.T.M<sup>(۱)</sup>

چنانچه در سیستم تصویر مرکاتور معکوس با چرخش کره در حول محور خود، به ترتیب نصف‌النهارهای دیگری را با سطح استوانه مماس نمائیم و هر بار یک قاج از هر نصف‌النهار تهیه نماییم. سیستم U.T.M حاصل خواهد شد. در این سیستم، کره جغرافیایی با شروع از نصف‌النهار ۱۸۰ درجه به ۶۰ قاج ۶ نصف‌النهار تقسیم شده است (به درس ۱۳ مراجعه نمائید). تصویر هر قاج، با فرض استوانه‌ای که به فاصله ۱۸۰ کیلومتر در دو سوی نصف‌النهار مرکزی آن قاج (تصویر شماره ۴-۳۴)، سطح کره را قطع کرده است، تهیه می‌شود.

#### - ویژگیهای سیستم تصویر

##### U.T.M

۱- تصویر نصف‌النهار مرکزی و دایره استوا، دو خط مستقیم عمود بر هم هستند. از این خطوط، در تطبیق یک شبکه قائم‌الزاویه به روی نقشه استفاده

می‌شود (به درس ۱۳ مراجعه کنید).

۲- سیستم، ویژگی مشابه واقعی دارد.

۳- مقیاس در طول دو خطی که کره را قطع کرده است، (۱۸۰ کیلومتری طرفین نصف‌النهار مرکزی) ثابت است. در داخل این دو خط، مقیاس کمی از مقیاس واقعی کوچکتر است و فاکتور مقیاس، در حالت حداکثر ۰/۹۹۹۶ می‌باشد (تصویر شماره ۳۶-۶).

معنای آن این است که یک خط افقی مستقیم در روی زمین به طول ۱۰۰۰ متر، در روی نقشه ۴۰ سانتیمتر کوتاه تر ظاهر خواهد شد. به عبارتی در این قسمت، تغییر مقیاس از نیم در هزار هم کمتر است. مقیاس در خارج از دو حد مذکور، از مقیاس واقعی کمی بزرگتر بوده و حداکثر به یک در هزار می‌رسد. به عبارتی اگر یک خط مستقیم افقی در روی زمین هزارمتر طول داشته باشد، در روی نقشه هزار و یک متر خواهد بود. این ویژگی باعث می‌شود که سیستم U.T.M نه تنها مشابه باشد، بلکه معادل هم خواهد بود. نقشه‌های پوشش سراسری ایران در مقیاسهای بزرگ ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰، توسط سازمان نقشه برداری کشور و سازمان جغرافیایی کشور در این سیستم تهیه شده‌اند.

۴- از سیستم U.T.M معمولاً برای تهیه نقشه‌های ۸۰ درجه شمالی تا ۸۰ درجه جنوبی استفاده می‌شود، زیرا با نزدیکی به قطب‌ها، فاصله قاچ‌ها آنقدر زیاد می‌گردد که تهیه یک نقشه یکپارچه را مشکل می‌سازد. از این رو برای عرضهای بالای ۸۰ درجه تا قطب از سیستم U.P.S<sup>(۱)</sup> استفاده می‌شود (درس ۱۳ را ببینید).

#### د - سیستمهای تصویر منفرد

تعداد سیستمهای تصویر منفرد بسیار زیاد است.

چهار نمونه اصلی که کاربرد بیشتری دارد، به شرح زیر است:

۱- سیستم تصویر همولوگرافیک<sup>(۱)</sup> مولوید<sup>(۲)</sup>

ویژگیهای این سیستم عبارتند از:

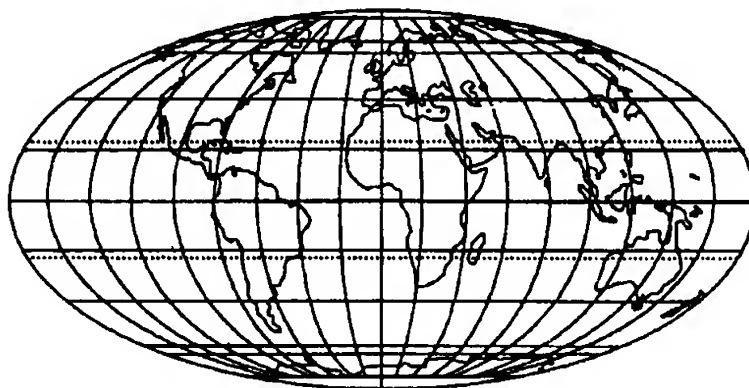
- کلیه مدارات در این سیستم، خطوطی مستقیم و موازی اند که در قطبین به یکدیگر فشرده می‌شوند. نصف‌النهارات قوسی از بیضی هستند و در این میان تنها نصف‌النهار گرینویچ مستقیم بوده و نصف طول خط استواست (تصویر شماره ۳۷ - ۶).

- این سیستم، ویژگی معادل دارد و ابعاد آن بیضی شکل است.

کاربرد آن عموماً نمایش پراکندگی مکانی واحدهای جغرافیایی در مقیاس جهانی

است.

تصویر ۳۷-۶ سیستم تصویر همولوگرافیک



۲- سیستم تصویر سینوروئیدال<sup>(۳)</sup>

این سیستم، تقریباً شبیه سیستم مولوید است، اما شکل آن تفاوت کلی دارد.

- فاصله مدارات در این سیستم مساوی است.

- بجز نصف‌النهار مرکزی، سایر نصف‌النهارها قوسهای سینوسی هستند.

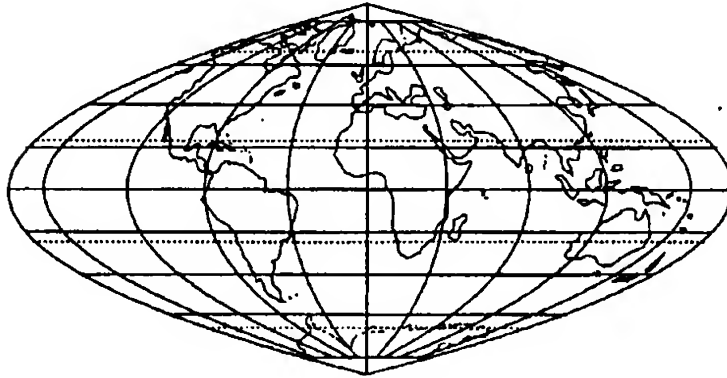
1- Homolography

2- Karl.B.Mollweide

3- Sinoidal

نقشه ویژگی معادل دارد (تصویر ۶-۳۸).

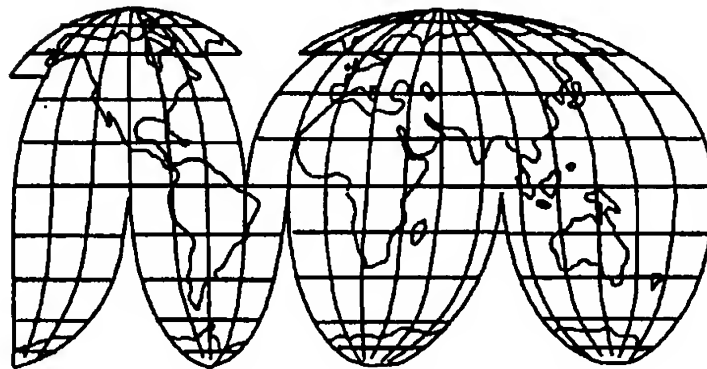
تصویر ۶-۳۸ سیستم تصویر سینوزوئیدال



۳ - سیستم تصویر همولوساین؛

این سیستم، ترکیبی از سیستم همولوگرافیک و سینوزوئیدال است و معمولاً از نوع شکافته شده آن استفاده می‌کنند (تصویر شماره ۶-۳۹).

تصویر ۶-۳۹ نمونه‌ای از سیستم تصویر همولوساین



۴ - سیستم تصویر اکرت؛<sup>(۱)</sup>

- این سیستم نیز ویژگی معادل دارد.

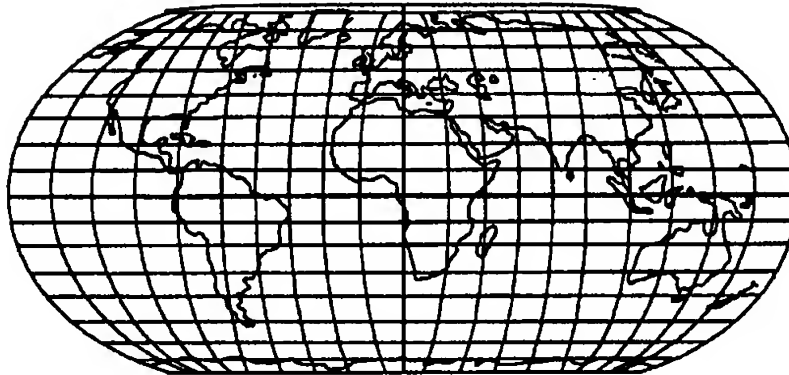
- نصف النهارات، قوسهای بیضی اند.

- مدارات، خطوط موازی و مستقیم هستند.

- قطبین در این سیستم به اندازه نصف النهار گرینیچ می‌باشند. بنابراین فشردگی در

نواحی قطبی کمتر از سایر سیستم‌هاست.

تصویر ۴۰-۶ سیستم تصویر جهانی اکرت



## تمرین

۱ - نقشه‌های بک اطلس جغرافیایی را بررسی نموده و سیستم‌های تصویر آنها را

تشخیص دهید.

۲ - امتداد شمال (قطب شمال) را در سیستم‌های تصویر متفاوت بررسی نمایید،

سپس نقاطی را در ۴ گوشه هر سیستم مشخص نموده و زاویه امتداد شمال هر نقطه را

مقایسه نمایید.

۳ - فاصله دو نقطه در عرضهای بالا را در ۴ نقشه متفاوت اندازه‌گیری نموده و با

محاسبه مقیاس هر نقشه، اختلافات را مقایسه کنید. همین کار را برای چند امتداد در

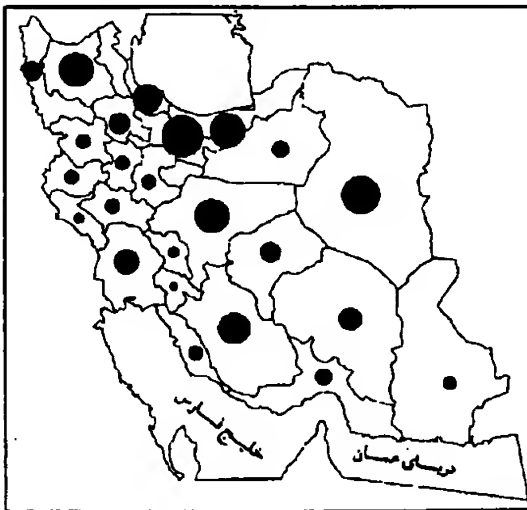
خط استوا انجام داده، سپس در هر نقشه به طور جداگانه دو به دو مقایسه کنید.



## علائم و نمادها در روی نقشه

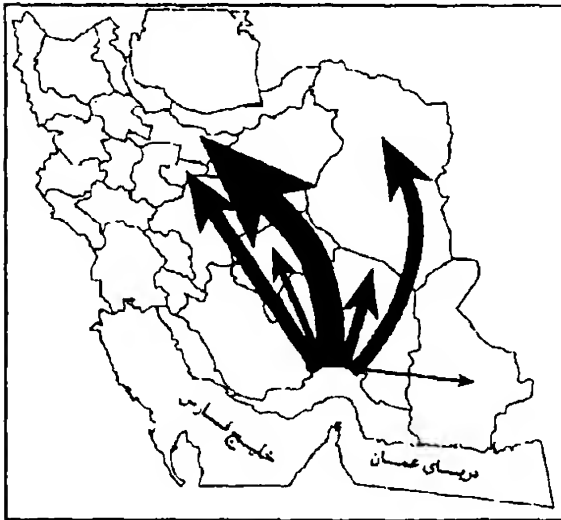
### - علائم قرار دادی

فرق اصلی بین یک نقشه و عکس در چیست؟ عکس بتامی عین طبیعت است با تمام جزئیاتش، با این تفاوت که پدیده‌ها را با نسبت معینی کوچکتر و در روی یک سطح مستوی نشان می‌دهد. اما نقشه، تقریباً هیچ شباهتی به طبیعت و پدیده‌های سطح زمین ندارد. بلکه این پدیده‌ها را صرفاً به صورت یک گروه از علائم و نمادها نمایش می‌دهد. از طرفی یک نقشه ممکن است بسیاری از عوارض سطح زمین را حذف نموده و فقط پدیده‌هایی را نشان داده باشد که بتواند نیاز و هدف نقشه را تأمین نماید. در صورتی که در عکس چنین امکانی تقریباً وجود ندارد. بنابراین نمایش نوع، موقعیت، شکل و ابعاد عوارض و پدیده‌های عینی و ذهنی به وسیله علائم، از ویژگی‌های نقشه‌هاست. حتی نمایش پدیده‌های غیر ملموس، نظیر ویژگی‌های جمعیت از جمله تخصص، سواد، فرهنگ، زبان، نژاد و نظایر آن، در روی نقشه توسط علائم قراردادی امکان پذیر است (نقشه شماره ۱-۷).



هر علامت در روی نقشه، باید بیانگر موقعیت و خصوصیات یک پدیده در سطح زمین باشد. حتی اندازه و شکل علامت می‌تواند اهمیت نسبی و کمیت آن پدیده را مشخص نماید. برای

نقشه ۲-۷ حجم حمل و نقل سالانه کالا



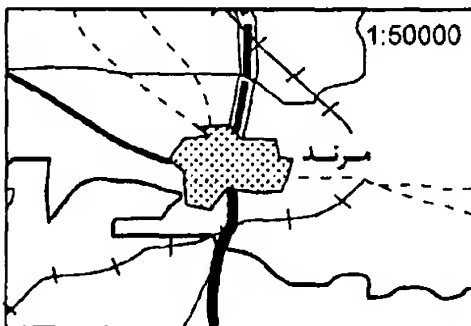
مثال، اهمیت راههای ارتباطی می‌تواند به وسیله تغییر ضخامت خطوط بیان شود، یا شهرهای کوچک و بزرگ با دایره‌هایی با ابعاد متفاوت نمایش داده شوند (نقشه شماره ۲-۷).

پدیده‌های سطح زمین به قدری فراوان و متنوع هستند که عملاً نمی‌توان برای تمامی آنها علامت مستقلی طراحی نمود و به خاطر سپردن یا طبقه‌بندی آنها نیز بسیار

مشکل خواهد بود. از طرف دیگر این علامتها نه تنها در سطح جهانی، بلکه در سطح کشور نیز یکنواخت و استاندارد نیست. علت این عدم یکنواختی عوامل زیر است:

۱- مقیاس نقشه‌ها یکسان نیست و برای یک پدیده خاص نمی‌توان علامت یکسانی تعیین کرد که در هر مقیاسی قابل تطبیق باشد. برای مثال در یک نقشه بزرگ مقیاس، نظیر نقشه‌های شهری امکان ترسیم معابر و شبکه ارتباطی شهری نیز وجود دارد، اما در یک نقشه کوچک مقیاس، از همان شهر، تنها می‌توان با یک دایره کوچک (نقشه شماره ۴-۷) یا حد اکثر ترسیم حدود شهری (نقشه شماره ۳-۷)، موقعیت مکانی شهر را نشان داد.

نقشه شماره ۳-۷ شهر مرند

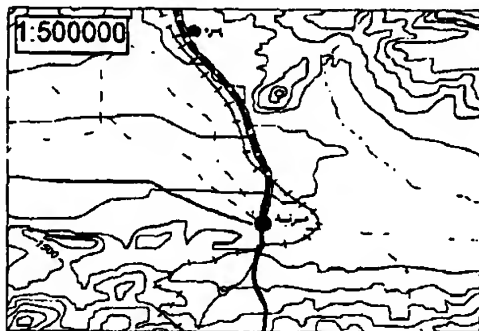


۲- در پاره‌ای موارد لازم است، برای نمایش عناصر مکانی و خطی در نقشه‌های کوچک مقیاس، مبالغه صورت گیرد. برای مثال، جاده‌ای که عرض آن حدود ۱۰ متر است، در روی نقشه شماره ۵-۷ به یک میلیمتر نشان داده شده است. بدیهی است، در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ یک میلیمتر برابر ۵۰۰ متر

### علائم و نمادها در روی نقشه / ۱۰۳

است. بنابراین برای نمایش این جاده، ۵۰ برابر مبالغه صورت گرفته است. چنانچه بخواهند عرض جاده را در این نقشه با مقیاس ترسیم کنند، به طور کلی امکانپذیر نخواهد بود.

نقشه شماره ۴-۷



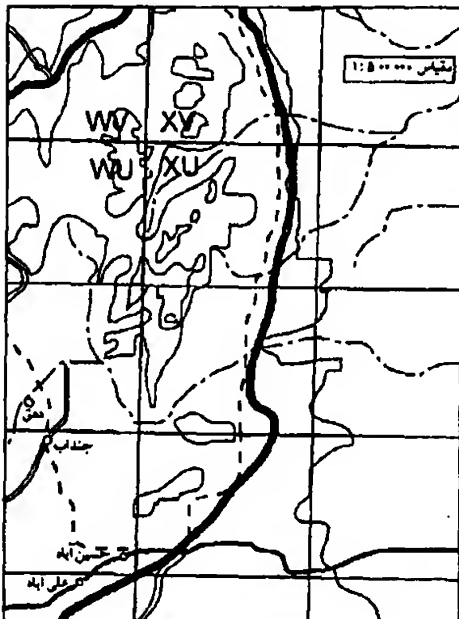
۳- تعداد عوارض یا پدیده‌هایی که در نقشه‌ها نشان داده می‌شوند، فوق‌العاده زیاد است و از طرفی هر پدیده نیز از نظر کیفی انواع گوناگون دارد. برای مثال نمایش اراضی زراعی از نظر کیفیت و نوع محصولات، نیازمند ابداع دهها نوع علامت است.

۴- از نشانه‌هایی که در نقشه‌های

رنگی به کار می‌رود نمی‌توان به همان شکل در نقشه تک رنگ استفاده کرد. برای مثال نمایش سطوح دشت، در نقشه رنگی به رنگ قهوه‌ای ولی در یک نقشه سیاه و سفید با ترام‌های نقطه نشان داده می‌شود (نقشه شماره ۶-۷).

نقشه شماره ۵-۷

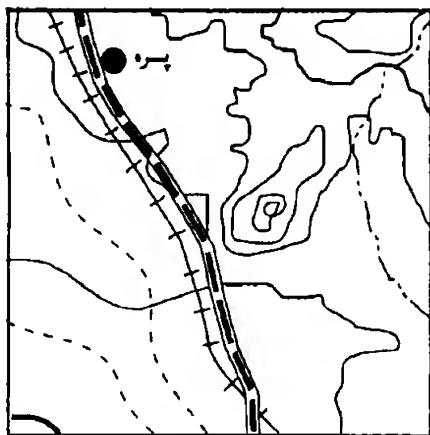
نقشه شماره ۶-۷





۵- کیفیت علامت، بسته به سلیقه کارتوگراف می باشد. از طرفی پیشرفت فن آوری و فنون کارتوگرافی جدید، باعث تحوّل در علائم و بهتر شدن کیفیت آنها می گردد.  
نقشه شماره ۷-۷

### - ملاکهای انتخاب علائم



تلاش کارتوگراف ها بر این است که علائمی انتخاب نمایند که ساده، قابل فهم و همگانی باشد. این مسئله باعث شده است که بعضی از نشانه ها، بویژه در نقشه های بزرگ مقیاس، به سوی یکنواختی گرایش یابد. به طوری که بعضی از علائم ترسیم شده روی نقشه های کشورهای مختلف، بسیار به هم شبیه اند.

در مجموع علائم باید به گونه ای طراحی گردند که نقشه خوان قبل از مراجعه به راهنمای نقشه، بتواند مفهوم آن را به طور اجمالی درک نماید. بنابراین برای دستیابی به این هدف، باید سه اصل اساسی را در انتخاب علائم رعایت نمود.  
۱- رعایت اصل تشابه در انتخاب علامت: در طرح یک نشانه، از طبیعت الهام گرفته می شود و سعی بر این است که یک علامت تا جایی که امکان دارد، شبیه عارضه مورد

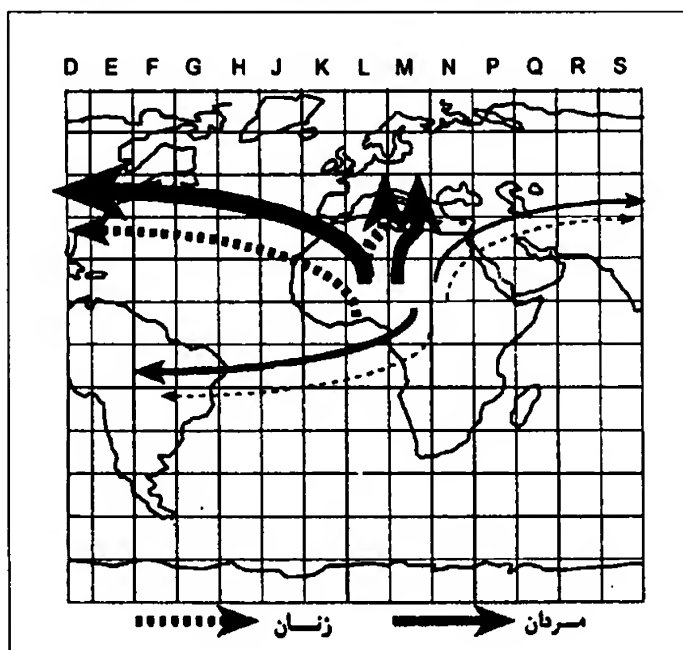


نقشه شماره ۸-۷  
قسمتی از نقشه اطلس  
شیب ایران

نمایش باشد. برای مثال، تشخیص خطوط ارتباطی راه آهن در نقشه شماره ۷-۷ از روی نشانه بخوبی امکان پذیر است. یا سایر عوارض نیز به همین ترتیب.

۲- رعایت اصل تداعی کنندگی در انتخاب علامت: چنانچه رعایت تشابه امکان پذیر نباشد، علامت طوری انتخاب می گردد که تداعی کننده باشد. برای مثال از رنگ آبی برای نمایش پهنه های آب، رودخانه ها و نظایر آن استفاده می کنند. یا در نقشه هایی که پراکندگی دما و بارش را به ترتیب بارنگهای قرمز و آبی نشان می دهند. به این علت

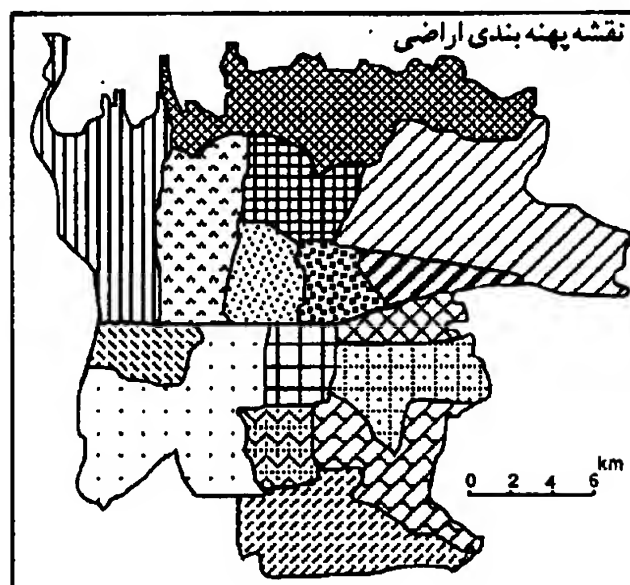
نقشه شماره ۹ - ۷ مسیر مهاجرت بومیان افریقا



است که رنگ آبی تداعی کننده آب و رنگ قرمز تداعی کننده حرارت می باشد. در صورتی که ماهیت هیچ کدام رنگی نیست.

۳- علامتها در نقشه هایی که موضوع آنها کمیّت پذیر است، باید بگونه ای طراحی شوند که ارزش عددی را برسانند. برای مثال، در نقشه های شیب، میزان شیب با تراکم هاشور نشان داده می شود (تصویر شماره ۷-۸). در این نقشه ها، نقاط پرشیب با تراکم هاشور بیشتر و نقاط کم شیب با تراکم هاشور کمتری نشان داده می شوند. یا در نقشه های دینامیک، با تغییر ضخامت فلشها تعداد مهاجرین را نشان می دهند (تصویر ۷-۹).

اصول ذکر شده ممکن است به طور همزمان و ترکیبی در یک نقشه به کار روند و در هر صورت، کیفیت یک نقشه وابسته به رعایت اصول فوق می‌باشد و با رعایت این اصول، طبیعتاً هر نقشه باید سه ویژگی اساسی را داشته باشد. این سه ویژگی عبارتند از: نقشه شماره ۷-۱۰ تنوع علائم در نقشه ارتباطی با موضوع نقشه ندارد بلکه فقط برای تفکیک پهنه‌ها در نقشه به کار رفته‌اند.



- صحت: (علامتها باید علاوه بر اینکه دقیقاً در محل خود باشند، بلکه باید بیانگر پدیده‌ای باشند که واقعاً در سطح زمین وجود داشته باشد، یا به طور نظری قابل انطباق باشد.

- دقت: رعایت دقت عموماً در ارتباط با مقیاس است. فواصل علائم و ابعاد آنها باید دقیقاً معادل نسبت کوچک شده نقشه باشند.

- زیبایی: چنانچه نقشه‌ها را با هم مقایسه کنیم، می‌توانیم از نظر زیبایی در بین آنها تمایز قائل شویم. زیبایی نقشه عموماً وابسته به سلیقه کارتوگراف می‌باشد. رعایت این ویژگی، در نقشه‌های رنگی به طور واضح مشهود است. نوع رنگ، کیفیت، شدت و ضعف و تناسب رنگ با پدیده‌های سطح زمین، از مواردی است که در کیفیت نقشه اهمیت بسزایی دارد، از این رو در رنگ آمیزی پدیده‌ها در سطح نقشه، باید از اصولی

پیروی کرد که به طور خلاصه عبارتند از:

۱ - رعایت تشابه در رنگ آمیزی: پوشش گیاهی به رنگ سبز نشان داده می شود. حتی تنوع پوشش گیاهی نیز با زمینه های رنگ سبز نشان داده می شوند. برای مثال، درختان سوزنی برگ به رنگ سبز تیره و درختان پهن برگ با رنگ سبز روشن نشان داده می شوند.

۲ - رعایت تنوع در رنگ آمیزی: زمانی از رنگهای متنوع استفاده می شود که هر رنگ نقش مستقلی در نقشه ایفا نماید (نقشه شماره ۱۰-۷). در واقع رنگ برای تفکیک یک یا چند پدیده مستقل بکار می رود. برای مثال، در نقشه سیاسی ایران برای تفکیک استانها، هر استان به رنگ متفاوتی رنگ آمیزی می گردد، به گونه ای که حدود سیاسی آنها براحتی قابل تفکیک باشد.

۳ - رعایت تداعی کنندگی رنگ: رودهای دائمی با خط آبی ممتد و رودهای فصلی با خطوط آبی مقطع نشان داده می شوند. گندم زارها به رنگ زرد و شالیزارها به رنگ سبز نشان داده می شوند. در صورتی که ماهیت آنها تفاوت نمی کند.

۴ - رعایت قاعده هیپسومتریک یا شدت و ضعف رنگ (درس ۱۰ را بخوانید).

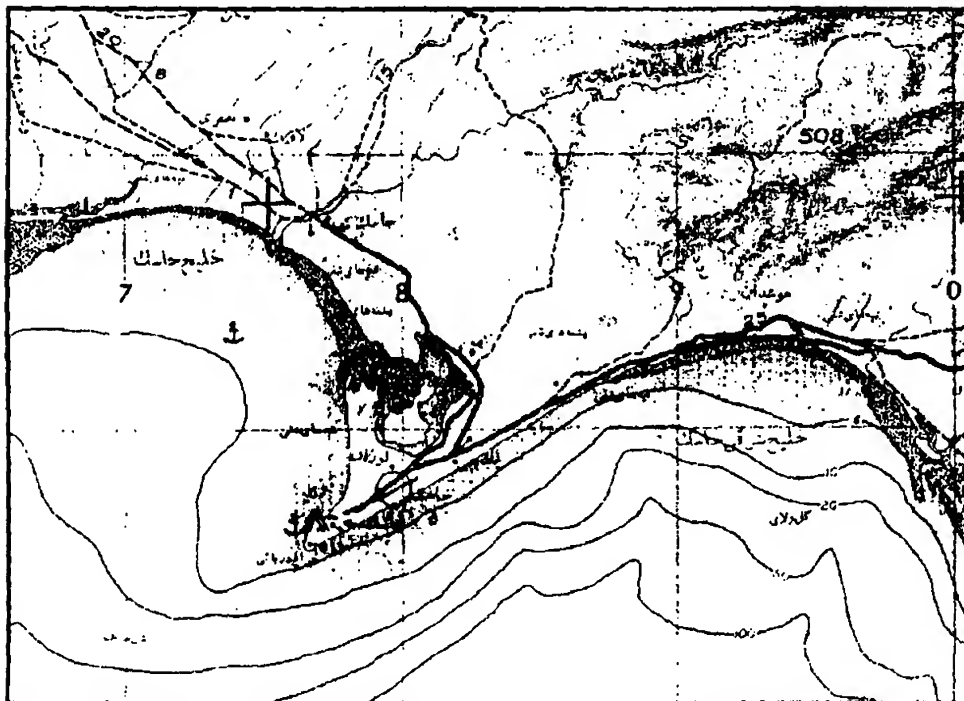
### - طبقه بندی علائم قراردادی

تاکنون طبقه بندی های متفاوتی از علائم شده است. در این میان ساده ترین طبقه بندی، علائم را به دو گروه علائم حقیقی و علائم مجازی تقسیم و سپس هر یک از آنها را به سه دسته علائم موقع، خط و سطح، طبقه بندی نموده اند (توضیح این سه دسته در درس ۸ آماده است).

۱ - علائم حقیقی: تمام علائمی که عناصر و پدیده های فیزیکی و قابل رؤیت را نشان می دهند، جزء علائم حقیقی محسوب می گردند.

۲ - علائم مجازی: شامل کلیه علائمی است که موضوع مورد نمایش آنها یا وجود خارجی نداشته و یا فاقد شکل قابل مشاهده می باشد (مانند تراکم جمعیت - میزان سواد - مهاجرت). نقشه شماره ۱۱-۷ قسمتی از یک نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ پوشش سراسری را نشان می دهد. در این نقشه خطوط تراز، آبادیها، بندرگاهها، راههای ارتباطی به ترتیب اهمیت و نظایر آن جزء مهمترین علائم این نقشه می باشند.

نقشه ۷-۱۱



در پاره‌ای از نقشه‌ها، بویژه نقشه‌های بزرگ مقیاس یا نقشه‌های ناوبری، علائم حقیقی را به ۴ گروه عمده به شرح زیر، طبقه‌بندی نموده‌اند:

- علائم فرهنگی: شامل علامت پدیده‌هایی که ساخته دست بشر هستند. این علائم را عموماً به رنگ‌های سیاه و قرمز نشان می‌دهند. از جمله شهرها، راههای ارتباطی و نظایر آن.

- علائم هیدروگرافیک:<sup>(۱)</sup> این علائم عموماً به رنگهای آبی نشان داده می‌شوند. مثل رودها، چشمه‌ها، قنات‌ها، دریاچه‌ها، دریاها، باطلاق‌ها و...

- علائم هیپسومتریک:<sup>(۲)</sup> یا علائم توپوگرافی که ناهمواریها و پستی و بلندی‌ها را عموماً با رنگهای قهوه‌ای تا زرد نشان می‌دهند. یا برای پهنه‌های آبی با توجه به عمق، از شدت و ضعف رنگهای آبی استفاده می‌شود.

1- Hydrography

2- Hypsometric

گیاهی: این علائم در

ترسیم می شوند. تصویر

شماره ۱۲ - ۷ نمونه‌ای از

## راه‌نمای نقشه‌های

۱:۲۵۰۰۰۰ را نشان

می‌دهد که در دسته بندی

فوق علائہ را طبقہ بندی

نموده است.

- طبقہ بندی علائم

از نظر شکل

در یک طبقه بندی

دیگر، علایم قراردادی را

از نظر شکل علائم به سه

گروه طبقه بندی می کنند.

۱۔ علائم خطی: نظیر

راه‌های ارتباطی،

## رودخانه‌ها، مرزهای

## سیاسی و نظائر آن، این

## علائم در نقشه‌های

رنگی، با رنگها و

## ضخامتهای متفاوتی

ترسیم می‌گردند و در نقشه‌های تک رنگ خطوط با تغییر ضخامت یا سمبل گذاری،

تفکیک می‌گردند. تصویر شماره ۱۳-۷ گونه‌های راههای ارتباطی را با انواع علائم خطی

[illegible]

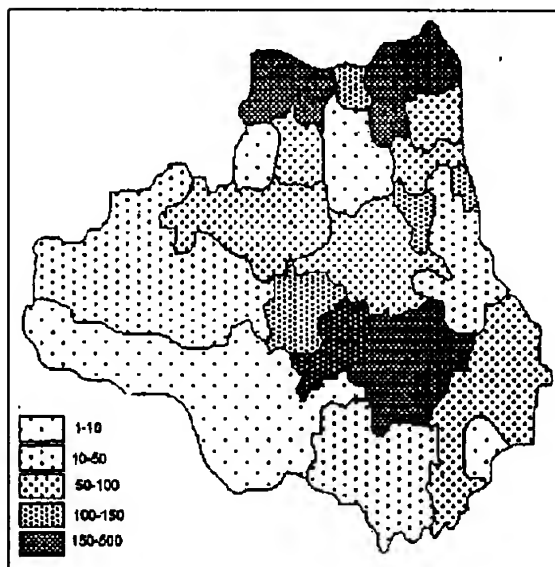
تصویر ۷-۱۳



نشان می دهد.

۲ - علائم سطحی: پهنه ها و مساحت هایی که یک ویژگی مشترک به تمامی آنها تعمیم داده می شود، توسط ترام های نقطه و هاشور در نقشه های تک رنگ و یا به وسیله رنگ های متفاوت در نقشه های رنگی نشان داده می شوند. نقشه شماره ۷-۱۴، یک نقشه تراکم جمعیت را نشان می دهد.

تصویر ۷-۱۴



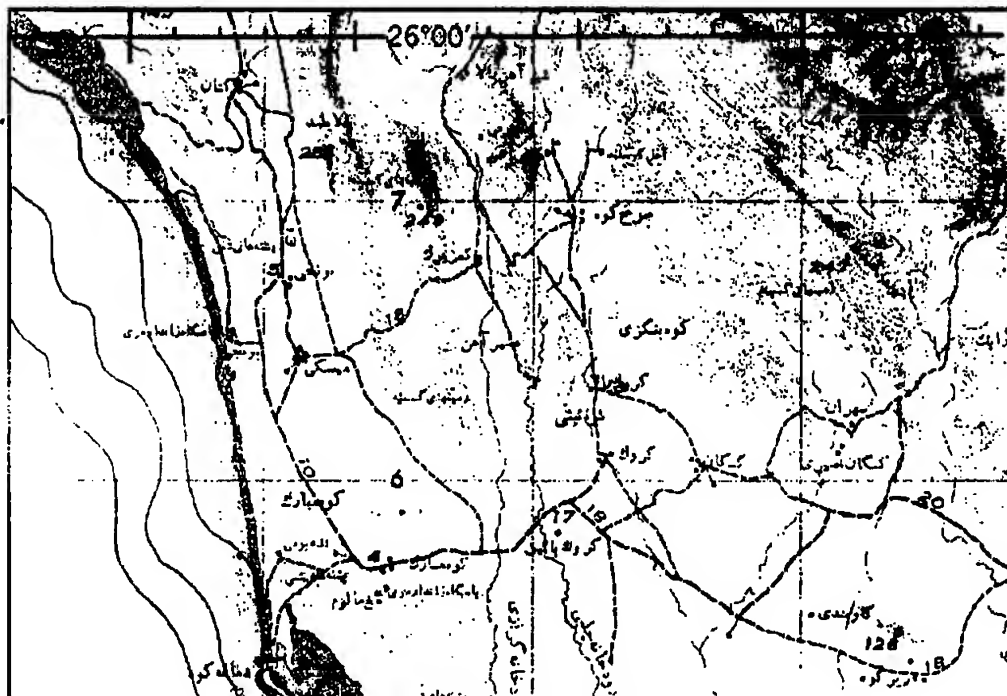
۳ - علائم موقع: هر علامتی

که موقعیت یک پدیده جغرافیایی را بطور خاص نشان دهد، علامت موقعیت خواهد بود. موقعیت شهرها، چشمه ها، محل اسکان، بندرگاهها و فرودگاهها و نظایر آن، جزء علائم موقع به شمار می روند.

## تمرین

۱- ضمن مشاهدہ نقشہ شماره ۱۵-۷ به سوالات زیر پاسخ دهید.

نقشه ۷-۱۵



الف - علائم موجود روی نقشه را نام برده و طبقه بندی کنید.

ب - بنظر شما، آیا می‌توان بجای علائم به کار برده شده در نقشه با توجه به اصول ترسیم و سلیقه خودتان، علائم بهتری به کار برد؟ این علائم را نام برده و دلایل خود را شرح دهید.

ج- تکنیک های به کار برده شده در نمایش پدیده های روی نقشه را شرح دهید.





## تکنیک‌های نماد گذاری در نقشه‌های پراکندگی

### - تکنیک‌های نماد گذاری

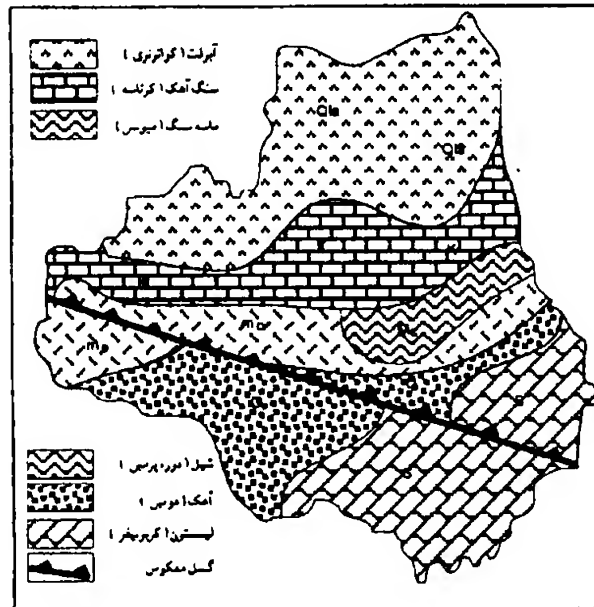
ما بسادگی نمی‌توانیم پراکندگی پدیده‌های سطح زمین را تبدیل به نماد و علامت کنیم. زیرا، پدیده‌ها علاوه بر تنوع، از ویژگی‌ها و کیفیت‌های متفاوتی برخوردارند. بسیاری از آنها غیر ملموس یا متحرک و عده‌ای به قدری پیچیده‌اند که انتخاب و ترسیم یک علامت مشترک برای آنها، امکان‌پذیر نیست. برای مثال، ویژگی‌های مهاجرت، رشد جمعیت آبادیها، بازده کار اراضی، تغییرات بارش و دما، پراکندگی خدمات، ترسیم اهداف پیش بینی شده و تعداد بیشماری از سایر پدیده‌هایی که در زمینه مطالعات جغرافیایی تبدیل به نقشه می‌گردند، از آن جمله‌اند. در هر صورت مهمترین مهارت یک کارتوگراف، ابداع علائم و نمادهاست. با این هدف که این نمادها، علاوه بر سادگی، سرعت در ذهن نقشه خوان تداعی گردند (درس ۷ را نگاه کنید). تکنیک‌های متفاوتی برای نمایش پراکندگی پدیده‌ها در روی نقشه‌ها وجود دارند که زمینه کار، بر روی آنها با توجه به ویژگی‌ها و موضوع پدیده یکسان نیست. این تکنیک‌ها عبارتند از:

### ۱- تکنیک کروکروماتیک<sup>(۱)</sup>

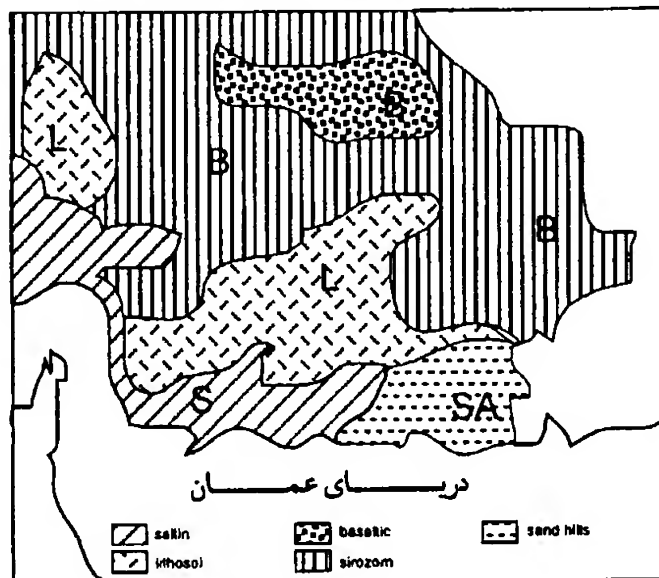
برای نمایش پراکندگی پدیده‌هایی که ویژگی کیفی دارند، از این تکنیک استفاده می‌کنند. این تکنیک، عموماً به صورت علائم سطحی ترسیم می‌گردد. به عبارتی توزیع پدیده‌های کیفی را در پهنه‌هایی با حدود مشخص نمایش می‌دهد. بهترین زمینه کاربردی آنها، در نقشه زمین شناسی، خاک، پوشش گیاهی و نیز پراکندگی مذاهب، نژادها، ملیت‌ها و نظایر آن می‌باشد. نقشه‌های شماره ۸-۱ و ۸-۲ نمونه‌ای از این نوع نقشه‌ها را نشان

می‌دهند. در این گروه از نقشه‌ها، پهنه‌ها با رنگ یا ترامهای هاشور و نقطه با علائم ویژه تفکیک شده و ترسیم می‌گردند.

نقشه ۸-۱ استفاده از تکنیک کروکروماتیک در نمایش زمین‌شناسی یک منطقه.



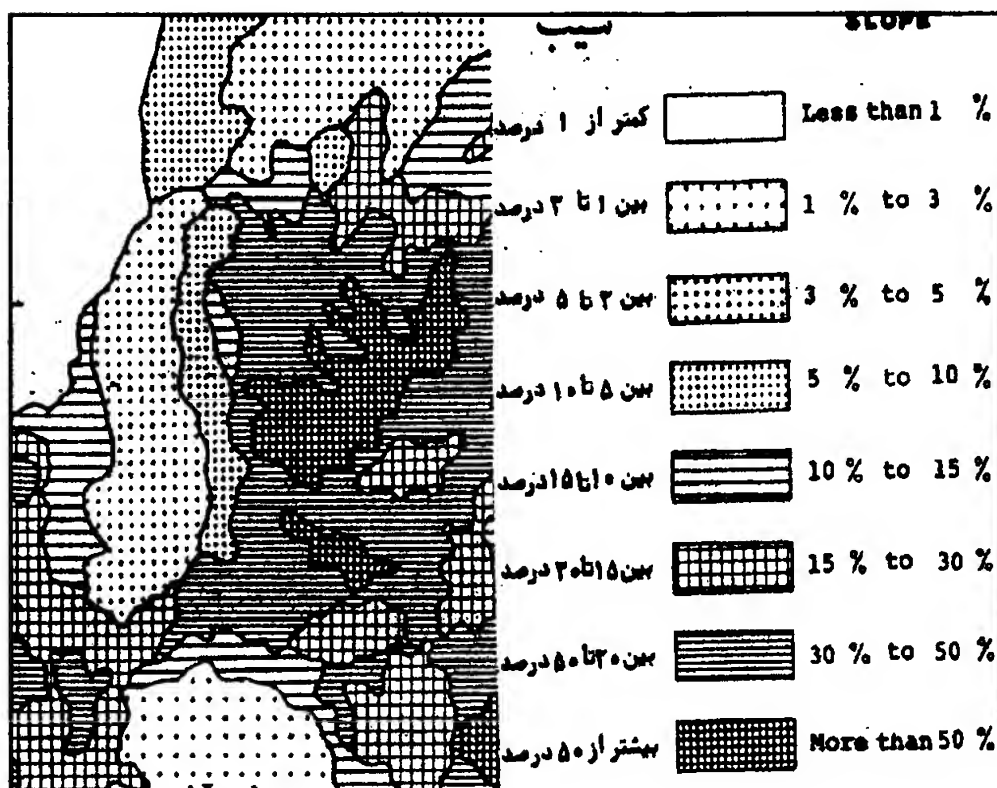
نقشه شماره ۸-۲ تکنیک کروکروماتیک در نمایش خاک یک منطقه.



## ۲- تکنیک کروپلت<sup>(۱)</sup>

برای نمایش پراکندگی پدیده‌هایی که کمی و آماری هستند، از این تکنیک استفاده می‌شود. در این نوع نقشه‌ها داده‌ها در روی پهنه‌های آماری (عموماً واحدهای سیاسی)، طبقه‌بندی و توزیع می‌گردند. برای این منظور، از شدت و ضعف رنگ یا ترام‌های هاشور و نقطه استفاده می‌کنند. بدیهی است برای داده‌های با اهمیت‌تر از رنگهای تیره‌تر یا هاشور فشرده‌تر و برای داده‌های کم اهمیت‌تر از رنگهای روشن‌تر استفاده می‌کنند. نقشه شماره ۸-۳ نمونه‌ای از این تکنیک را نشان می‌دهد.

نقشه ۸-۳ سطوح پرشیب، تراکم بیشتر و سطوح کم شیب تراکم کمتری دارند.



### ۳- تکنیک ایزوپلت<sup>(۱)</sup>

زمانی که تغییرات پدیده در یک پهنه به صورت تدریجی انجام شود، از تکنیک ایزوپلت استفاده می‌شود. در این نوع نقشه‌ها، مقادیر توسط خطوط هم ارزش نشان داده می‌شوند. هر خط، نقاطی را به هم وصل می‌کند که ارزش یکسانی دارند و به عبارتی، مقادیر در طول این خط یکسان است. مهم‌ترین زمینه کاربردی نقشه‌های ایزوپلت، موضوعات اقلیمی، همانند بارش، دما، فشار، رطوبت و نظایر آن است. زیرا کمیت این عناصر، از یک نقطه خاص به اطراف، به صورت تدریجی تغییر می‌کند.

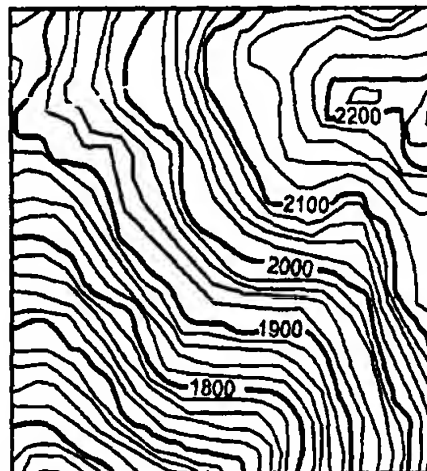
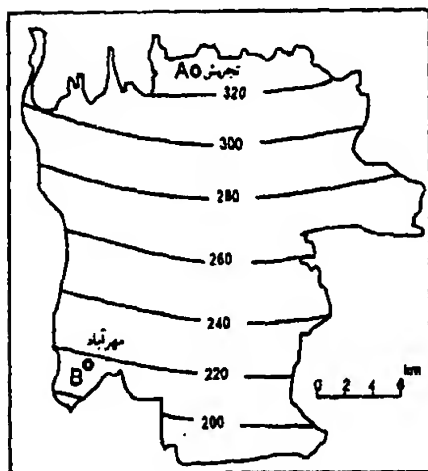
در به کارگیری این تکنیک دو حالت وجود دارد. حالت اول زمانی است که هر خط منحنی درست از روی نقاطی عبور می‌کند که اندازه آنها با رقم منحنی انطباق دارد، نظیر نقشه‌های توپوگرافی. این گروه از نقشه‌ها را، نقشه‌های «ایزومتریک»<sup>(۲)</sup> می‌گویند. حالت دوم که ایزوپلت نامیده می‌شود، زمانی استفاده می‌شود که فاصله بین دو کمیت را به اندازه‌های مساوی و تدریجی تقسیم می‌کند (نقشه‌های شماره ۸-۴ و ۸-۵).

نقشه ۸-۴ نقشه ایزومتریک،

هر منحنی درست از نقاطی عبور می‌کند که ارتفاع واقعی منحنی می‌باشد.

نقشه ۸-۵ نقشه همبارش،

منحنی‌ها فاصله دو ایستگاه A و B را مساوی تقسیم نموده‌اند.



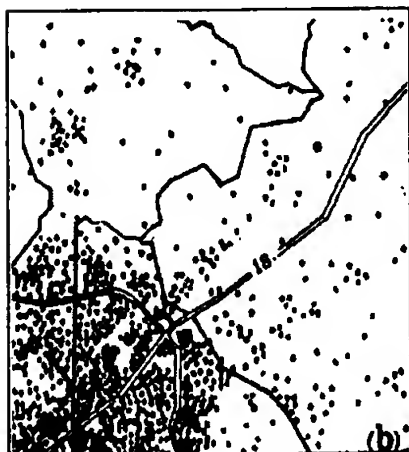
1- Isopleths

2- Isometric line

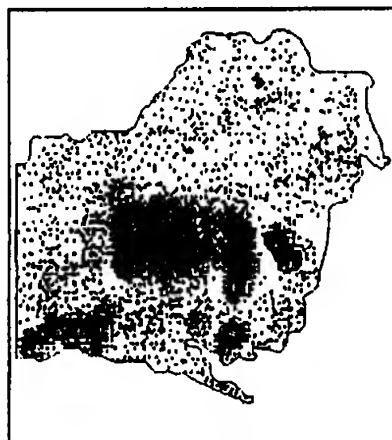
#### ۴ - نقشه‌های نقطه‌ای<sup>(۱)</sup>

نقطه ساده‌ترین شکل از نمادهاست و به وسیله آن می‌توان به صورتی کارآمد، توزیع مکانی پدیده‌ها را در یک پهنه نشان داد. این تکنیک به چند طریق مورد استفاده قرار می‌گیرد. در هر صورت اندازه نقطه‌ها در تمام شرایط یکسان است. در حالت کیفی، هر نقطه موقعیت مکانی یک پدیده را نمایش می‌دهد (تصویر شماره ۸-۶). اما در حالت کمی تعداد نقطه‌ها هر قدر در یک ناحیه بیشتر باشد، بیانگر مقدار بیشتری از یک پدیده می‌باشد (نقشه شماره ۸-۷).

نقشه ۸-۷ هر نقطه بیانگر تراکم جمعیت هزار نفر در کیلومتر مربع می‌باشد.



نقشه ۸-۶ هر نقطه فقط موقعیت مکانی یک آبادی را نشان می‌دهد.



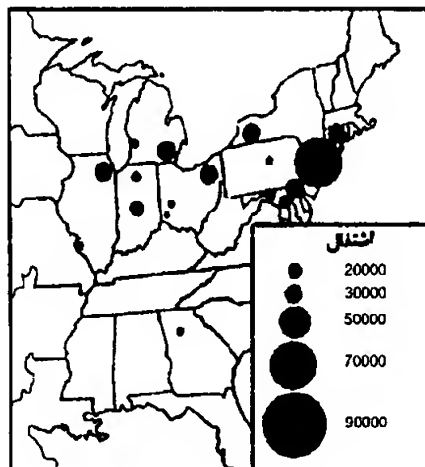
#### ۵ - تکنیک کروگرافیک<sup>(۲)</sup>

در نقشه‌هایی که پدیده‌های آماری را به صورت توزیع نموداری نمایش می‌دهند، از این تکنیک استفاده شده است. فراوان‌ترین نقشه‌های تألیفی و موضوعی در این گروه جای می‌گیرند. زیرا تبدیل اطلاعات آماری در زمینه‌های جغرافیایی از طریق ترسیم

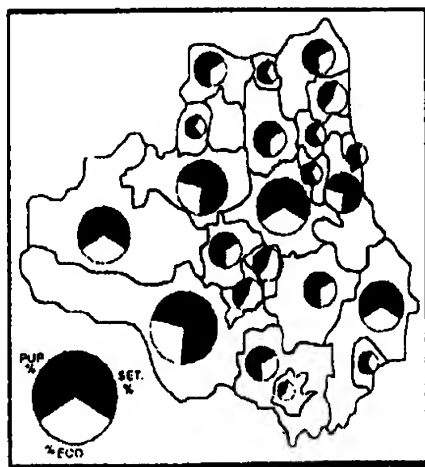
1- Dot Maps

2- Chorographic compage maps

نقشه ۸-۸

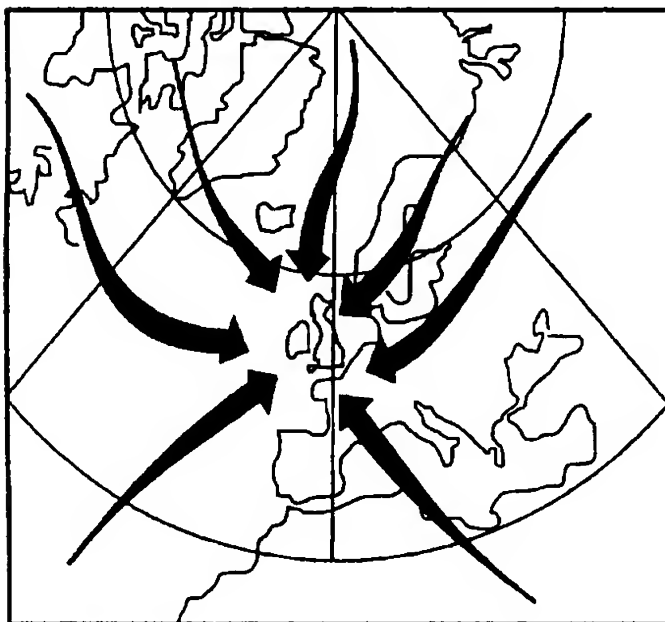


نقشه ۸-۹



نمودارهای متفاوت نظیر نمودارهای خطی، ستونی، دایره‌ای و نظایر آن بسیار ساده و آسان است. بدیهی است، نمودارهای ذکر شده، در چهارگوش نقشه و محدوده تقسیمات سیاسی انتقال داده می‌شود (نقشه‌های شماره ۸-۸ و ۸-۹). مزیت این گروه از نقشه‌ها این است که امکان مقایسه کمیّت پدیده‌ها را بدون تراکم زیاد نقشه فراهم می‌کنند. بویژه برای پدیده‌هایی که نمی‌توانند، یک توزیع فضایی یکنواخت را در یک محدوده مشخص یا یک پهنه سیاسی فراهم آورند.

نقشه شماره ۸-۱۰



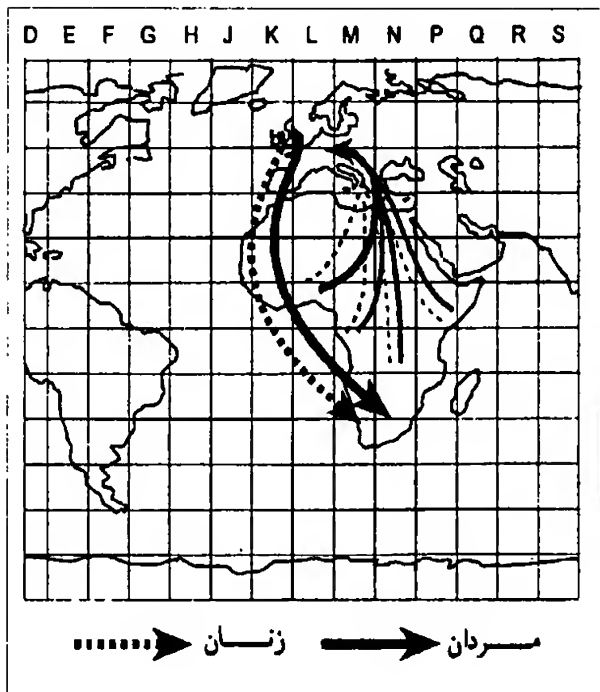
### ۶- تکنیک دینامیک

#### نقشه‌هایی که

پدیده‌های در حال حرکت را توسط علامت پیکان نشان می‌دهند، به نقشه‌های دینامیک مشهورند و به دو نوع کلی قابل تفکیک هستند.

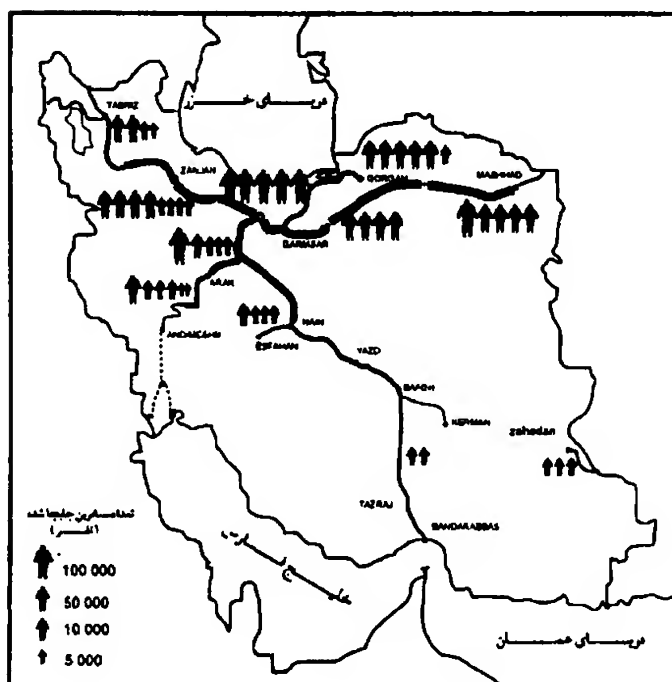
#### - نقشه‌های دینامیک

کیفی: این نوع نقشه‌ها



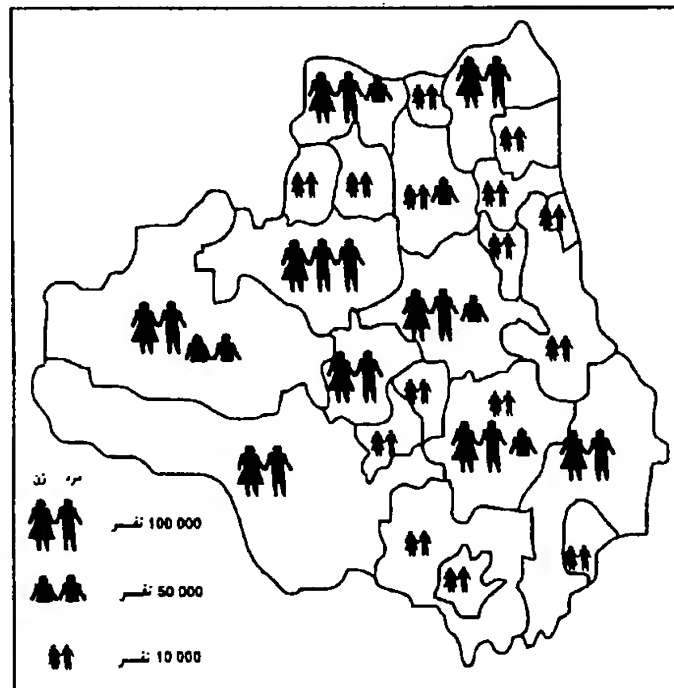
فقط مسیر و جهت جریان و یا حرکت پدیده را نشان می‌دهند مثل نقشه جریان‌های دریایی یا مسیر بادهای عمومی، (نقشه شماره ۸-۱۰).

- نقشه‌های دینامیک کمی: این نوع نقشه‌ها، علاوه بر جهت حرکت پدیده‌ها، ویژگی‌های کیفی آنها را همراه با مقدار پدیده متحرک نشان می‌دهند. بهترین نمونه از این نوع، نقشه‌های مهاجرت و سپس نقشه‌های مبادلات کالا (صادرات و واردات) نقشه‌های ترافیک و نظایر آن می‌باشند (نقشه شماره ۸-۱۱).



نقشه شماره ۸-۱۲  
تعداد مسافرین جابه‌جا شده در مسیر شبکه راههای کشور، طی سال ۱۳۷۷

بدیهی است، ضخامت پیکان می‌تواند تعداد و کمیت پدیده را بیان نماید. نقشه شماره ۸-۱۱ مسیر مهاجرت بومیان آفریقا به اروپا به تفکیک زن و مرد می‌باشد. بدیهی است ضخامت فلش تعداد مهاجرین، جهت فلش جهت حرکت نقشه ۸-۱۳



مهاجرین و رنگ یا شکل فلش ویژگیهای مهاجرین به تفکیک زن و مرد، فصلی یا دائمی بودن مهاجرت و نظایر آن را نمایش میدهد. در پاره‌ای از نقشه‌های دینامیک نظیر نقشه‌های ترافیک مسیر حرکت پدیده عیناً نشان داده می‌شود (نقشه شماره ۸-۱۲). اما در موارد دیگر تنها مبدأ و مقصد حرکت توسط قوسی از فلش ترسیم می‌گردد (نقشه شماره ۸-۱۱).

#### ۷- نقشه‌های پراکندگی تصویری

در این نوع نقشه‌ها، پراکندگی مکانی پدیده با تصویر کوچکی از آن نشان داده می‌شود. برای این منظور، دو شیوه کلی وجود دارد. در نقشه شماره ۸-۱۳ تصویر

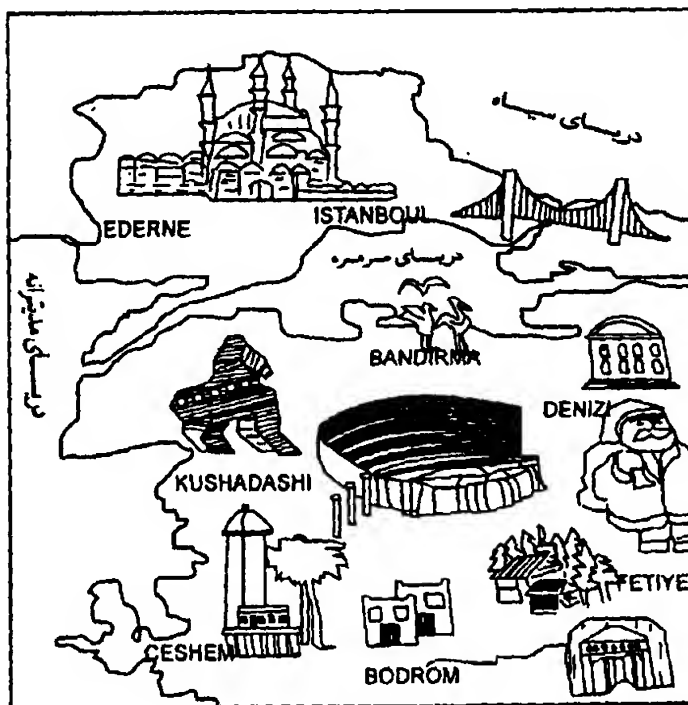


## تکنیکهای نمادگذاری در نقشه‌های پراکندگی / ۱۲۱

آدمک‌هایی دیده می‌شود که تعداد جمعیت را، در هر پهنه سیاسی به تفکیک زن و مرد نشان می‌دهد.

در نقشه شماره ۸-۱۴ که یک نقشه توریستی است و در آن تصویر واقعی هر پدیده عیناً، ولی در مقیاس بسیار کوچکتر در موقعیت آن ترسیم شده است. نظیر این نقشه‌ها، برای پراکندگی محصولات زراعی، دامی، حیات وحش و نیز ویژگیهای دموگرافیک، از جمله پراکندگی قومها و نژادها، ترسیم می‌گردد.

نقشه شماره ۸-۱۴ پراکندگی اماکن جذب توریست در مغرب ترکیه را بصورت گرافیکی نشان می‌دهد.



## انواع نقشه

### - طبقه‌بندی نقشه‌های جغرافیایی

نقشه به عنوان مهمترین ابزار در تحقیقات جغرافیایی، از تنوع بسیاری برخوردار است. بدیهی است علت این امر تنوع و فراوانی پدیده‌های سطح زمین است و نمی‌توان تمامی آنها را یکجا در یک نقشه نشان داد. از این رو برای نمایش این پدیده‌ها و نیز برای پرهیز از شلوغی نقشه و با توجه به هدف نقشه بسیاری از آنها حذف می‌گردد و تنها پدیده‌هایی در روی نقشه‌ها نمایش داده می‌شوند که مورد نیاز باشند. بر این اساس، نقشه‌ها موضوعی می‌گردند. از طرفی بسیاری از خصوصیات نقشه از جمله سیستم تصویر نقشه، (درس ۶ را بخوانید) مقیاس (درس ۴ را بخوانید)، میزان دقت، نوع علائم (درس ۷ را بخوانید) نوع چاپ و نظایر آن، زمینه کاربردی نقشه را تعیین می‌کند. تاکنون طبقه‌بندی‌های متفاوتی از نقشه‌ها به عمل آمده است. این طبقه‌بندیها عموماً برحسب موضوع، مقیاس و یا محتوی نقشه‌ها انجام گرفته است. بدیهی است طبقه بندی‌های مورد اشاره، هر یک از دیدگاه خاصی مفید است. ولی قانع‌کننده نبوده و مورد توافق کلی متخصصین نقشه نیستند.

### - طبقه‌بندی نقشه‌ها بر اساس موضوع

در این طبقه بندی نقشه‌های جغرافیایی به هفت گروه کلی تقسیم شده‌اند که عبارتند از:

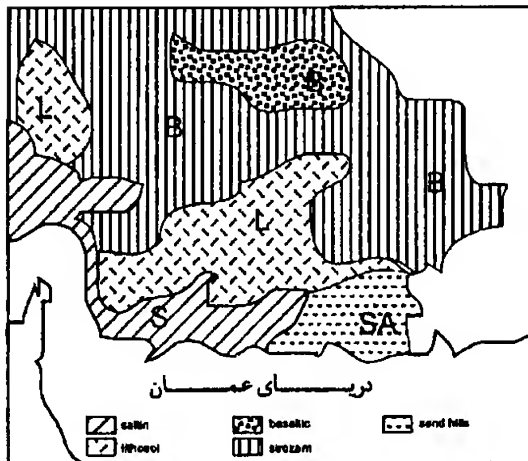
- ۱ - نقشه‌های ناهمواری: کلیه نقشه‌هایی که بُعد سوم را نمایش می‌دهند، شامل گروه نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، نقشه‌های سه بعدی، هیپسومتری، هاشور و سایه روشن می‌باشند.

۲ - نقشه های قابلیت اراضی: شامل گروه نقشه های خاک، پوشش گیاهی، منابع آب،

نقشه ۱-۹ پراکندگی خاکها

نقشه های آمایش، کاربری اراضی

و نظایر آن است.



۳ - نقشه های اقلیمی: نظیر

گروه نقشه های ایزومتریک و

ایزوپلت برای عناصر اقلیمی،

نقشه های کارتوگرام اقلیمی

، دینامیک اقلیمی و نقشه های

سینوپتیک؛

۴ - نقشه های اقتصادی: نظیر

گروه نقشه های کشاورزی،

صنعتی و خدماتی و گروهی از نقشه های تألیفی اقتصادی؛

۵ - نقشه های جمعیتی: نظیر گروه نقشه های پراکندگی، تراکم، رشد، گروه های سنی

جمعیت و نیز نقشه های شهری، روستایی و مهاجرت؛

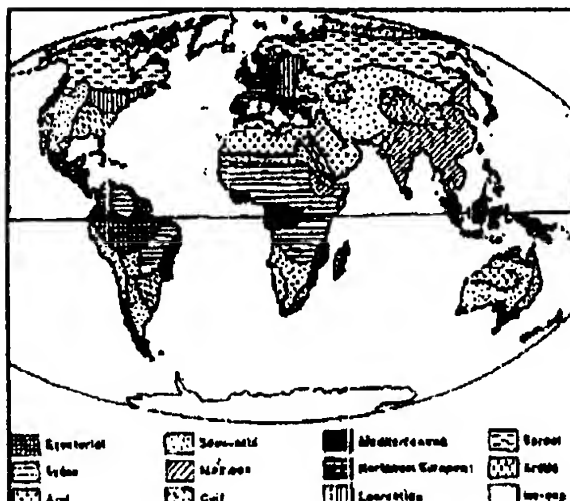
۶ - نقشه های سکونتگاهی: نظیر نقشه های تراکم سکونتگاهی، نقشه های سلسله

مراتبی، نقشه های ساختمانی، نقشه های هادی و جامع، نقشه های الگو؛

۷ - نقشه های فرهنگی: نظیر نقشه های توریستی، نقشه های سیاسی و تاریخی و

نقشه ۲-۹ پوشش گیاهی جهان

فرهنگی، مذاهب؛



طبقه بندی نقشه ها بر اساس

مقیاس

میزان دقت نقشه وابسته به

مقیاس آن است (درس ۴ را نگاه

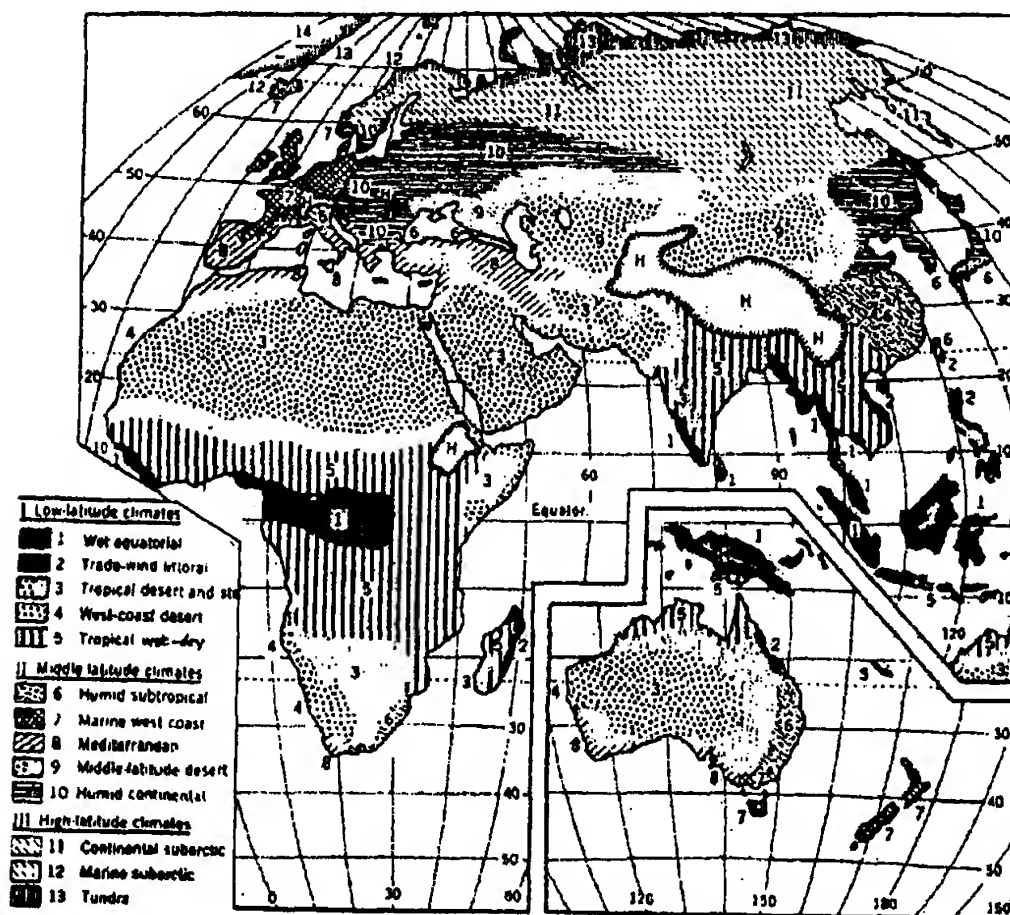
کنید). بدیهی است هر قدر نقشه

بزرگ مقیاس تر باشد، نه تنها

عوارض بیشتری را می توان در آن

نمایش داد، بلکه ترسیم علائم

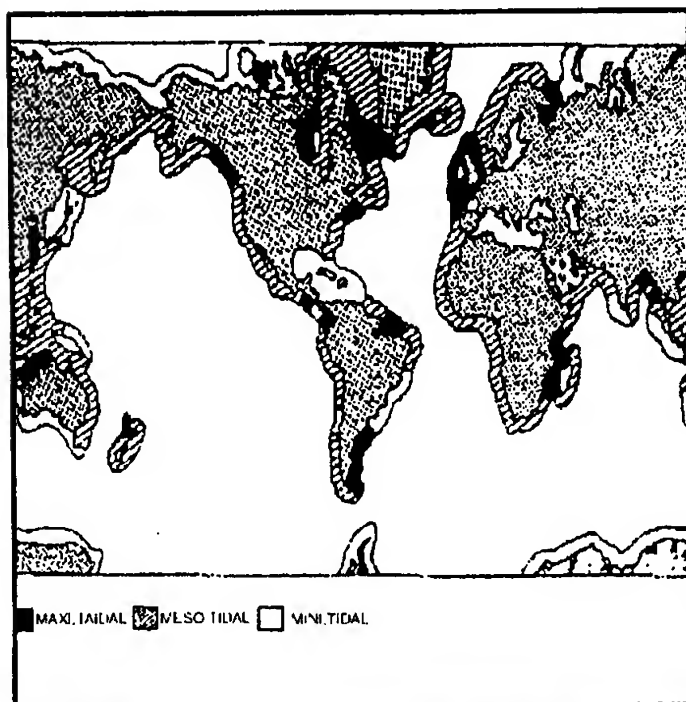
متناسب با مقیاس نقشه، تا حد زیادی امکان پذیر خواهد بود. براین اساس، نقشه‌ها از نظر مقیاس به ۵ گروه کلی تقسیم می‌گردند (درس ۴ را ببینید).  
نقشه ۳-۹ پهنه بندی اقلیمی در مقیاس جهانی



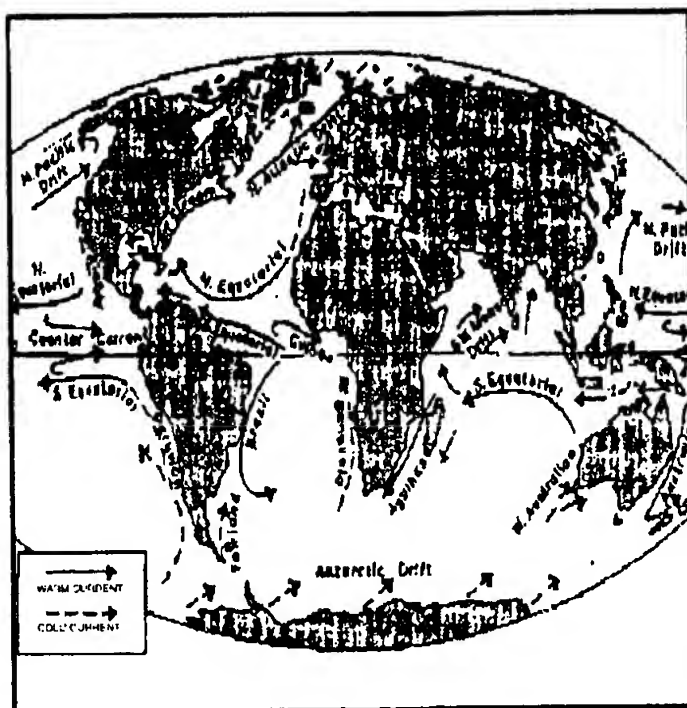
- طبقه‌بندی نقشه‌ها براساس نوع محتوا و زمینه کاربردی  
کلیه نقشه‌ها از این دیدگاه به دو گروه بزرگ شامل نقشه‌های عمومی و نقشه‌های ویژه تقسیم می‌گردند.

#### الف - نقشه‌های عمومی

در نقشه‌های عمومی، منحصراً پدیده‌های فیزیکی نسبتاً ثابت طبیعی (مانند کوه‌ها و جنگل‌ها) و انسانی (مانند شهرها، جاده‌ها) که شکل مشخص دارند، دیده می‌شود. از این رو به غیر از «مختصات جغرافیایی» و «مرزها»، تمام علائم دیگر از نوع



نقشه شماره ۹-۴  
پراکندگی دامنه جزر و مد  
در سواحل جهان



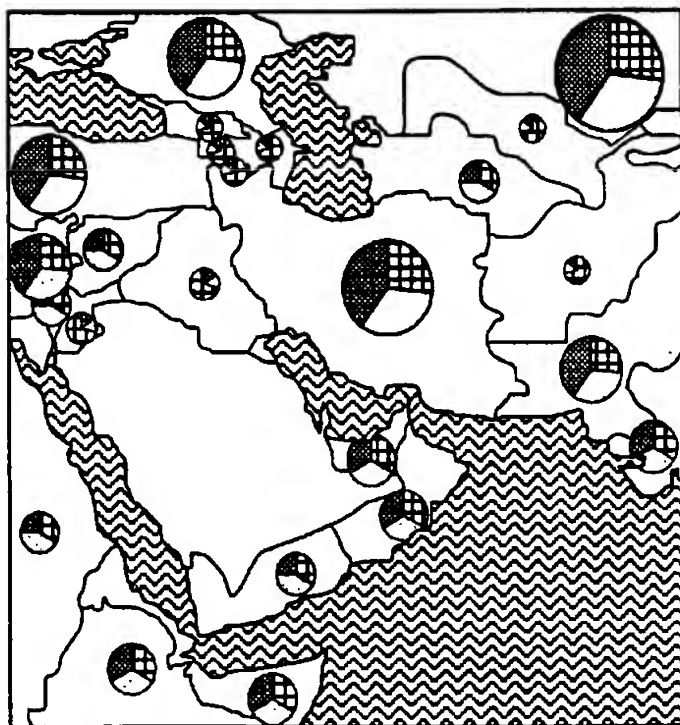
نقشه شماره ۹-۵  
جهت جریانهای آب سرد  
و گرم اقیانوسی در سطح  
جهان

«علائم حقیقی» است. گروه زیادی از این نقشه‌ها کوچک مقیاس بوده و پراکندگی پدیده‌های کلی و عمومی را نشان می‌دهند.

نقشه‌های عمومی عبارتند از:

۱ - نقشه‌های جهانی: این نقشه‌ها بیشتر در قالب سیستم‌های تصویر منفرد، پراکندگی یک یا چند موضوع جغرافیایی را نشان می‌دهند (نقشه‌های ۴-۹ و ۵-۹).

نقشه شماره ۶-۹ مقایسه زمینه تولیدات صنعتی در خاورمیانه



۲ - نقشه‌های قاره‌ای:

این گروه از نقشه‌ها عمدتاً در قالب سیستم‌های تصویر مخروطی، ویژگی‌های مشترک کشورهای موجود در یک قاره را نشان می‌دهند.

۳ - نقشه‌های

منطقه‌ای: این گروه از نقشه‌ها، پراکندگی یک یا چند پدیده را در قالب تقسیم‌بندی مناطق از دیدگاه اقتصادی، سیاسی و یا نظامی نشان می‌دهند (نقشه شماره ۶-۹).

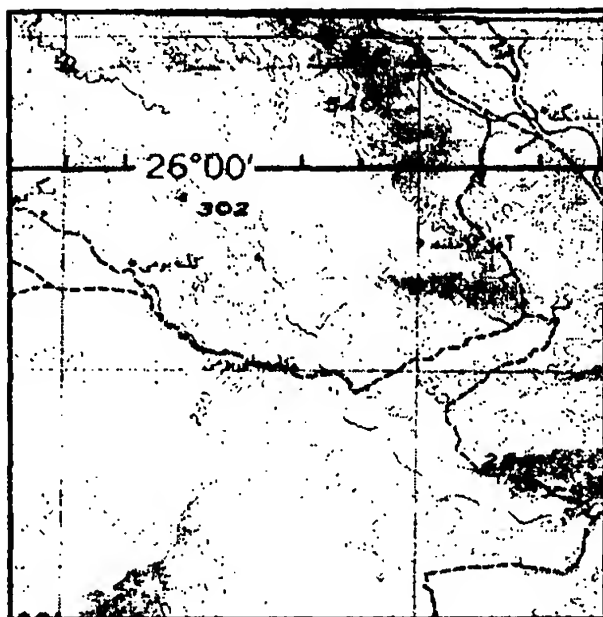
۴ - نقشه‌های کشوری: فراوان‌ترین گروه از نقشه‌های عمومی، نقشه‌های کشوری است. این نقشه‌ها مشترکات موجود در یک کشور را به صورت ناحیه‌ای یا تقسیمات سیاسی نشان می‌دهند.

۵ - نقشه‌های توپوگرافیک: در میان انواع نقشه‌ها اعم از نقشه‌های عمومی و ویژه، اهمیت نقشه‌های توپوگرافی از همه بیشتر است. زیرا نقشه‌های توپوگرافی به عنوان نقشه مادر یا پایه برای سایر نقشه‌ها محسوب می‌گردند. چون سایر نقشه‌ها، چیزی جز نقشه

توپوگرافی ساده شده از یک ردیف نقشه و یا تألیفی از نقشه‌های توپوگرافی با کیفیت‌های مختلف نمی‌باشند. تهیه پاره‌ای از نقشه‌ها نظیر، نقشه‌های شیب، سطح بندی، هاشور و نقشه‌های سایه روشن، بدون استفاده از این نقشه‌ها امکان پذیر نیست.

نقشه توپوگرافی نقشه‌ای است که علاوه بر دو بعد فاصله و مساحت بعد سوم را نیز نمایش می‌دهد. این نقشه‌ها اطلاعات بعد سوم یعنی ناهمواری و اختلاف ارتفاع را به وسیله منحنی‌های میزان (درس ۱۱ را نگاه کنید)، از طریق نمایش دره‌ها و تپه‌ها بیان می‌کنند. (خطوط قهوه‌ای رنگ در نقشه‌های توپوگرافی)، خطوط تراز اختلاف ارتفاع نقاط را در راستای عمودی نشان می‌دهند (نقشه شماره ۷ - ۹). بنا بر این، این ویژگی، باعث تمایز آنها نسبت به نقشه‌های پلانیمتری یا مسطحه می‌گردد.

اغلب نقشه‌های توپوگرافی، علاوه بر اطلاعات ارتفاعی، پاره‌ای از اطلاعات پلانیمتری یا مسطحه از قبیل، پهنه‌های آبی، راههای ارتباطی، پوشش گیاهی، آبادی‌ها، مرزهای سیاسی و ناحیه‌ای و نظایر آن را نیز شامل می‌گردند. همچنین نقشه‌های توپوگرافی، ابزاری ارزشمند برای مطالعات مهندسی و زمین شناسی محسوب می‌گردند.



نقشه شماره ۷ - ۹  
قسمتی از نقشه  
توپوگرافی، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰  
میناب

ب - نقشه‌های ویژه  
نقشه‌های ویژه، همان

«نقشه‌های موضوعی»<sup>(۱)</sup> هستند. نقشه‌های موضوعی، در مقابل نقشه‌های توپوگرافیک،

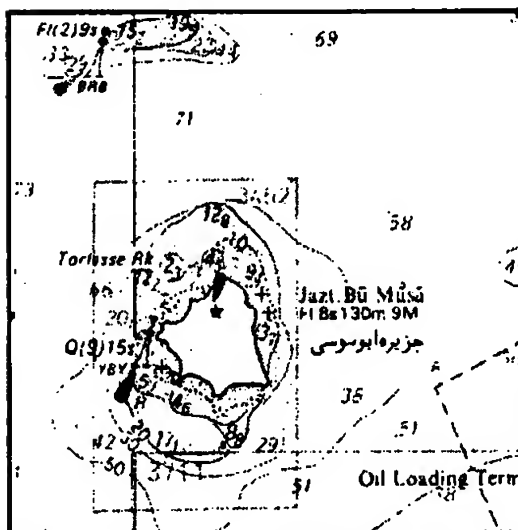
فقط به یک موضوع یا نحوه پراکندگی و یا وجه خاصی از یک موضوع معین تأکید داشته و آن را نمایش می دهند.

تنوع نقشه های ویژه به قدری زیاد است که نه تنها تشریح یک به یک آنها، بلکه طبقه بندی آنها نیز ممکن به نظر نمی رسد. مهم ترین نقشه های ویژه که برای استفاده در یک زمینه عملی خاص تهیه می شوند، عبارتند از:

### ۱- نقشه های ناوبری هوایی یا چارت های هوانوردی

این نقشه ها در حمل و نقل هوایی و راهبرد هوایی، مورد استفاده قرار می گیرند. این نقشه ها، هم برای پهنه های خشکی و هم برای دریاها ترسیم می شوند. محتوی چارت های هوایی مربوط به خشکی ها، همان نقشه های توپوگرافی است، با این تفاوت که پدیده های غیر ضروری از آنها حذف گردیده است و اطلاعات لازم برای امر هوانوردی از قبیل فرودگاهها (به تفکیک کشوری، نظامی یا مشترک و کیفیت باند آنها)، مناطق خطرناک از نظر پرواز هواپیما یا مناطق پرواز ممنوع و غیره روی آنها اضافه شده است. علاوه بر این، سیستم تصویر نقشه، انحراف مغناطیسی و انحراف شبکه نیز از مشخصات اصلی این نقشه ها می باشد.

نقشه شماره ۸-۹ از نقشه های ناوبری دریایی



### ۲- نقشه های دریانوردی یا

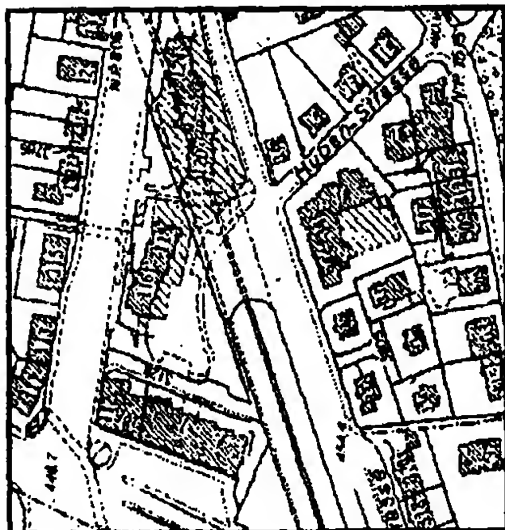
#### چارت های دریایی

محتوی نقشه های دریانوردی نیز شبیه نقشه های ناوبری هوایی است. با این تفاوت که در این گروه از نقشه ها، روی مسائل کشتیرانی تأکید گردیده است. بنادر، لنگرگاهها، فانوسهای دریایی، مناطق کم عمق، صخره های پنهان، خطوط ساحلی در حالت جزر و

مد از آن جمله اند (نقشه شماره ۸-۹). در نقشه هایی که برای کشتیرانی در اقیانوسها تهیه می شود، مسیر جریانهای دریایی، انحراف مغناطیسی، محل دیده شدن کوههای یخی و



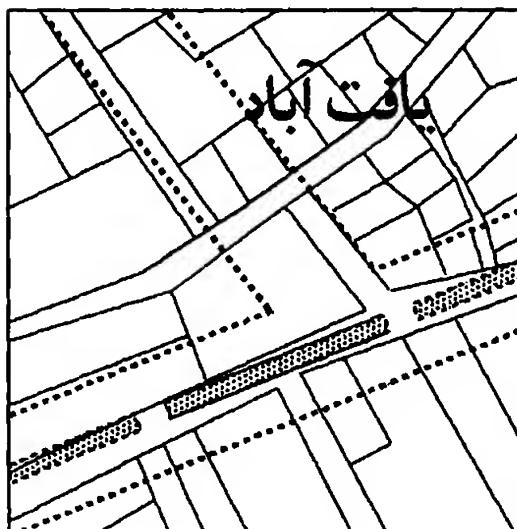




توریست‌ها یکسان نیست، از این رو این گروه از نقشه‌ها با توجه به اهداف توریست‌ها تفکیک و تأکید شده است، برای نمونه توریست‌هایی که به بازدید اماکن تاریخی علاقه‌مندند، در نقشه‌های تهیه شده، روی اماکن تاریخی تأکید شده است و عموماً از گروه نقشه‌های پراکندگی تصویری است (نقشه شماره ۹-۱۰). یا افرادی که به پدیده‌های طبیعی (پارک‌ها، جنگل‌ها، سواحل، چشمه‌های آب گرم و ...) علاقه‌مندند. یا

پراکندگی مکانهای دارای استعدادهای ورزشی مانند موقعیت قلعه‌ها برای کوهنوردی، ورزشگاه‌ها، پیست‌های اسکی، مکانهای قایق سواری، و ورزشهای هوایی و نظایر آن در روی نقشه‌ها مشخص شده است.

نقشه ۹-۱۲ شبکه شهری قسمتی از تهران



#### ۵- نقشه‌های شهری و نقشه‌های ثبت

املاکی (کاداستر)

نقشه‌های شهری در واقع نقشه‌های توپوگرافیک بزرگ مقیاس (پلان‌ها) هستند که فقط نمایش شهر و حومه آن، موضوع مورد تأکید آنهاست. این نقشه‌ها برای حل مسائل اداری، اقتصادی، جمعیتی، ترافیک و نظایر آن، در شهرها تهیه می‌شود. تمام جزئیات مربوط به شهر از قبیل خیابان‌ها،

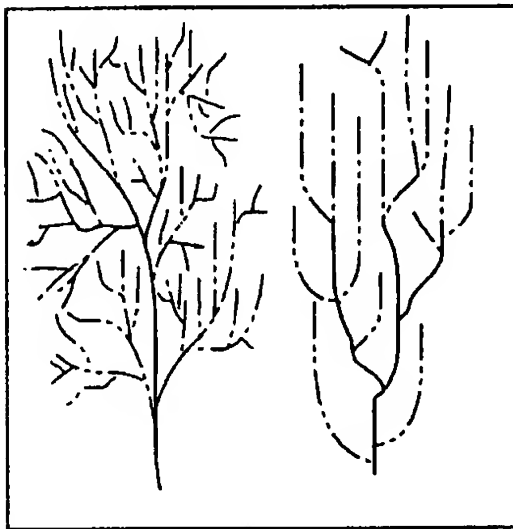
کوچه‌ها، میدان‌ها، ایستگاه‌ها، بناهای مهم، پارک‌ها و ... را می‌توان در این نقشه‌ها دید. ساختمانهای دولتی و مهم به صورت واضح‌تر نشان داده شده است. این نقشه‌ها، پایه

تحقیقات در جغرافیای شهری است.

نقشه‌های ثبت املاکی (کاداستر) نیز شبیه نقشه‌های شهری است. ولی در اینجا مناطق مسکونی و همچنین زمینهای زراعی برحسب مالکیت از همدیگر تفکیک شده است. مقیاس این نقشه‌ها ممکن است از نقشه‌های شهری نیز بزرگتر باشد. زیرا تمام خطوط در روی آن، متناسب با مقیاس نقشه رسم می‌شود، تا بتوان وسعت مناطقی را که تحت یک پلاک به ثبت رسیده است، از روی آن اندازه گرفت.

نقشه شماره ۹-۱۳ دو نوع الگوی زهکشی

#### ۶- نقشه‌های الگو



نقشه‌هایی که اهداف پیش بینی شده را طراحی می‌کنند نقشه‌های الگو یا آینده نگر نام دارند. بدیهی است، این اهداف به صورت یک گروه از علائم به نقشه‌های موجود اضافه می‌شوند که در زمان تهیه نقشه در روی زمین وجود ندارند.

مهمترین آنها نقشه‌هایی است که توسط شهرداریها، برای مناطق شهری

ترسیم می‌گردند. احداث معابر جدید، تعریض معابر قدیمی و یا تعیین کاربریهایی جدید قبل از آنکه اقدامی در زمینه ایجاد آنها در محدوده شهر انجام گیرد. برای این منظور، ابتدا یک نقشه الگو ترسیم می‌گردد و سپس فعالیت‌ها براساس حدود تعیین شده، در روی این نقشه‌ها صورت می‌پذیرد (نقشه شماره ۹-۱۲).

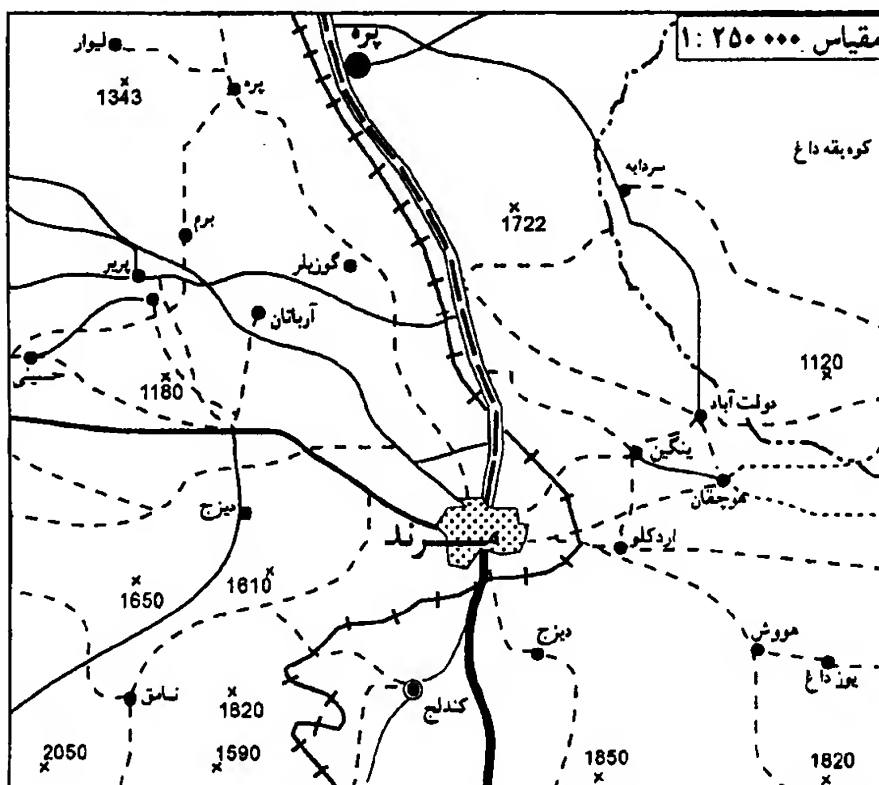
هدف عده‌ای دیگر از نقشه‌های الگو، نمایش کیفی نظام موجود در نحوه پراکندگی عناصر معین می‌باشد. نقشه‌های شبکه زهکشی یا نقشه‌هایی که الگوی سکونتگاهها را نشان می‌دهند، مشخص‌ترین نمونه از این نقشه‌هاست (نقشه شماره ۹-۱۳).

## روشهای نمایش ناهمواریها

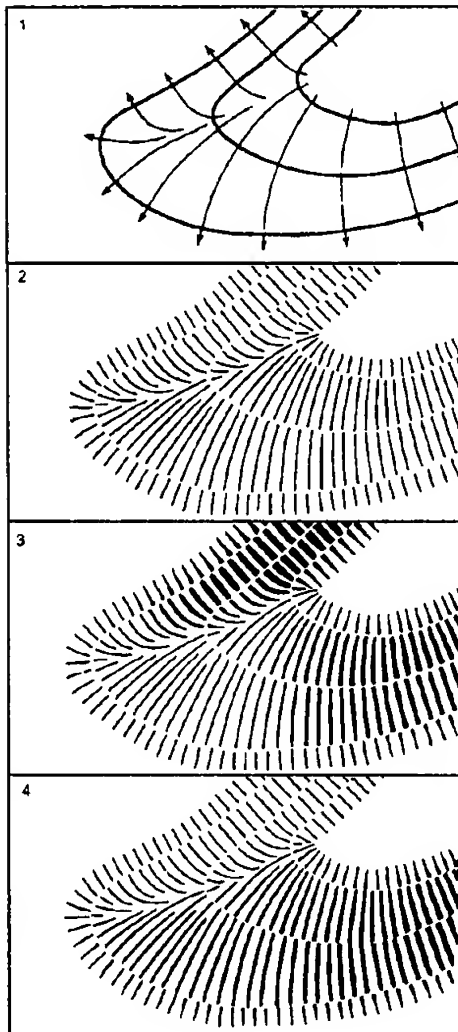
### - نمایش ارتفاع روی نقشه

نقشه، یک تصویر مستوی و افقی از سطح زمین است. بنابراین می توان با توجه به مقیاس نقشه، صرفاً، فاصله ها و مساحت ها را اندازه گیری کرد. اما بدلیل مستوی بودن نقشه، بُعد سوم یعنی ارتفاع در روی نقشه قابل اندازه گیری نیست، بلکه فقط نمایش داده می شود و فقط می توان ارتفاع نقاط را قرائت، یا پستی و بلندی را درک نمود. برای نمایش ارتفاع در روی نقشه، روشهای متفاوتی وجود دارد.

نقشه شماره ۱-۱۰



## تصویر ۱۰-۲



## ۱- نقاط ارتفاعی

در اکثر نقشه‌ها، با توجه به زمینه کاربردی نقشه، نقاطی را به عنوان نقاط ارتفاعی تعیین می‌نمایند. مبنای این نقاط عموماً ارتفاع مطلق است (نقشه شماره ۱-۱۰). ملاک‌های انتخاب محل ترسیم نقاط ارتفاعی عبارتند از:

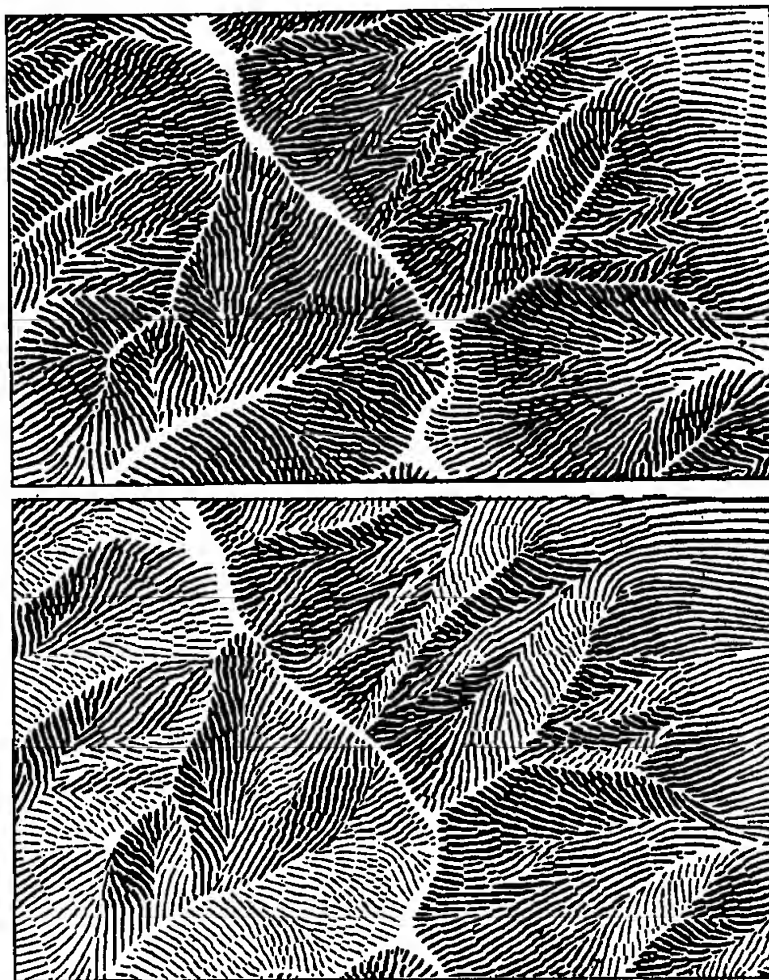
- مرتفعترین نقاط (قله‌ها)؛
- توزیع مناسب در پست‌ترین نقاط (چاله‌ها - سواحل دریاها و دریاچه‌ها)؛
- سطوح هموار و گسترده (دشت‌ها)؛
- نقاط با اهمیت ویژه (مانند ایستگاه‌های هواشناسی)؛
- عوارضی که ارتفاعشان کمتر از فاصله دو منحنی تراز است (درس ۱۱ را مطالعه کنید). در این نقشه‌ها، از طریق مقایسه اختلاف ارتفاع دو نقطه، می‌توان بسهولة ارتفاع نسبی یک نقطه را به دست آورد. برای مثال، ارتفاع قله دماوند نسبت به تهران ۴۵۰۰ متر است.

## ۲- روش هاشور

هاشورها خطوط کوتاه و موازی اند که در جهت پرشیب‌ترین مسیر روی دامنه و به موازات یکدیگر ترسیم می‌شوند. پرشیب‌ترین مسیر روی دامنه، امتدادی است که آب جریان می‌یابد (تصاویر ۲-۱۰ و ۳-۱۰). با استفاده از خطوط هاشور، می‌توان بخوبی عوارض توپوگرافی و ناهمواریها را در نقشه‌های بزرگ مقیاس نمایش داد. این روش،

ابتدا توسط یک نظامی بنام «لَمَنْ»<sup>(۱)</sup> ابداع گردید و سپس در ترسیم مقدار زیادی از نقشه‌های نظامی منطقه اروپا استفاده گردید. در روش لمن، دامنه‌های پر شیب با هاشور ضخیم و برعکس دامنه‌های کم شیب با هاشور کم ضخامت ترسیم می‌گردند. در این روش، نقشه یک حالت پرسپکتیو یا برجسته بینی پیدا می‌کند.

تصویر شماره ۳-۱۰



تصویر شماره ۲-۱۰ رابطه ضخامت هاشور و میزان شیب دامنه را نشان می‌دهد. در شیبهای ۴۵ درجه، ضخامت هاشور آن قدر زیاد می‌گردد که هاشورها به یکدیگر متصل می‌شوند. برعکس در شیب ۵ درجه، ضخامت به حداقل می‌رسد. مبنای ترسیم

ضخامت هاشور، زاویه‌ای است که در یک مربع با ابعاد  $1 \times 1$  برای شیب  $45^\circ$  درجه، تشکیل می‌دهد.

- در یک روش دیگر، همانند سایه زدن در پشت عوارض برای برجسته بینی بهتر، هاشورها با ضخامت بیشتری ترسیم می‌گردند (تصویر ۲-۱۰).

روش ساده تر هاشور شیب، استفاده از قاعده  $\frac{1}{4}$  است. در این روش فاصله دو هاشور،  $\frac{1}{4}$  طول هاشور است. در حالی که برعکس روش قبل، ضخامت هاشور یکسان است. تصویر شماره ۳-۱۰ یک نقشه هاشور را نشان می‌دهد که از دو روش هاشور سایه و هاشور شیب استفاده شده است.

تصویر شماره ۴-۱۰



### ۳ - روش سایه زدن (استمپاژ)<sup>(۱)</sup>

روش سایه نیز یک روش کیفی است و به نقشه یک دید سه بُعدی و حالت برجسته بینی می‌دهد. در این روش، بر فرض تابش نور از امتداد شمال غرب تا شمال شرق، در پشت عوارض و در جهت مقابل تابش نور، سایه زده می‌شود. بدیهی است، هر

قدر ارتفاع و شیب دامنه‌ها افزایش می‌یابد سایه‌ها نیز تیره تر می‌گردند (نقشه شماره ۴-۱۰).

### ۴ - روش استفاده از رنگ (روش هیپسومتریک)<sup>(۲)</sup>

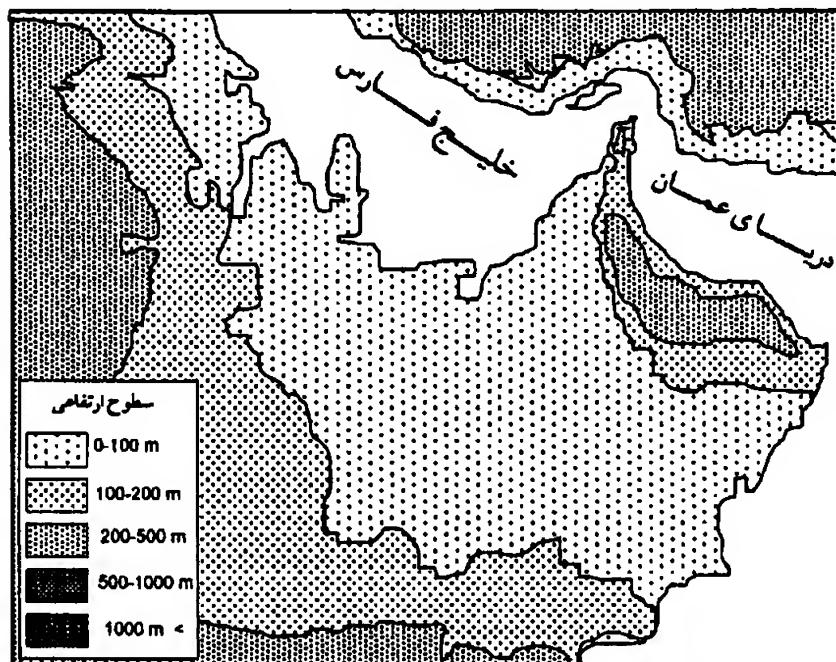
در این روش با استفاده از شدت و ضعف رنگ، سطوح ارتفاعی و اعماق دریا را نشان می‌دهند. به این ترتیب که هر قدر عمق آب یا ارتفاع ناهمواری افزایش یابد، رنگ تیره تر

1- Estempage-Hillshading

2- Hypsometric colors

می‌گردد. برای نمایش سطوح ارتفاعی در خشکی، از تن‌های زرد روشن تا قهوه‌ای تیره و عموماً برای اعماق دریا، از رنگهای آبی روشن تا آبی تیره استفاده می‌شود. برای ترسیم یک نقشه هیپسومتری، ابتدا با استفاده از خطوط منحنی تراز، سطوح ارتفاعی تفکیک و سپس پهنه‌های تفکیک شده برحسب میزان ارتفاع، رنگ آمیزی می‌گردند. در نقشه‌های تک رنگ، از ترام‌های نقطه و هاشور استفاده می‌شود (نقشه شماره ۵-۱۰).

نقشه شماره ۵-۱۰



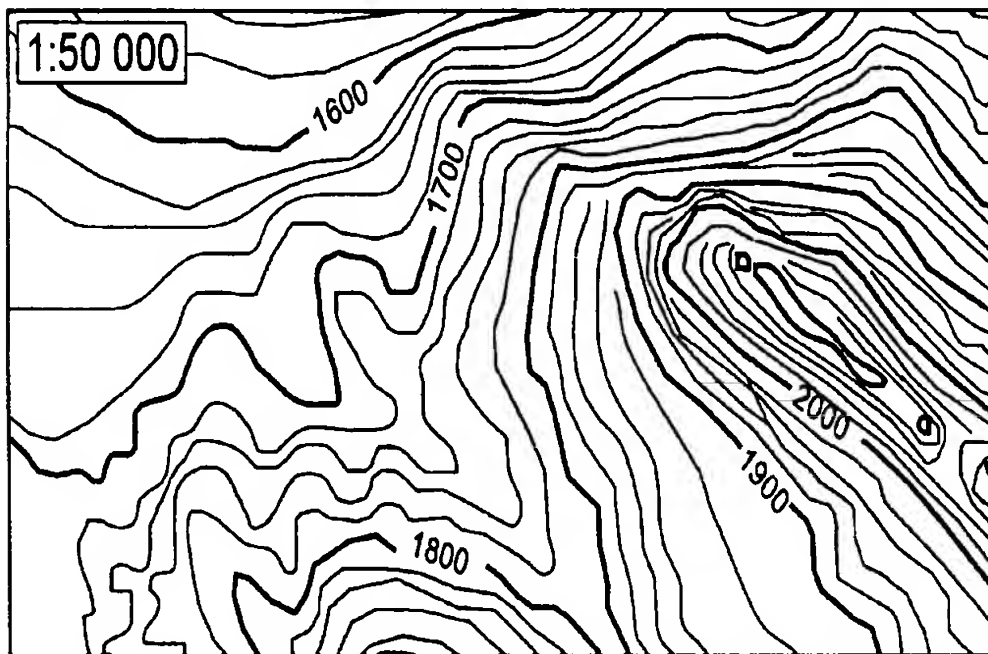
#### ۵- روش استفاده از منحنی میزان<sup>(۱)</sup> (خطوط تراز)

بهترین روش برای نمایش ناهمواریها و ارتفاع آنها، استفاده از خطوط منحنی میزان است. با استفاده از این خطوط، می‌توان ارتفاع نقاط را با دقت زیادی قرائت نمود (نقشه شماره ۶-۱۰). هر منحنی تراز منحنی بسته‌ای است که ارتفاع تمام نقاط در طول آن یکسان است. به عبارتی، یک منحنی تراز، تمام نقاط هم ارتفاع را به همدیگر وصل می‌کند. بنابراین با استفاده از این خطوط به سهولت می‌توان نیمرخ توپوگرافی



ناهمواری‌ها، میزان شیب دامنه‌ها و حجم گوال‌ها و برآمدگی‌ها را اندازه‌گیری و محاسبه نمود (درس ۱۲ را مطالعه کنید). همچنین منحنی‌های تراز می‌توانند، موقعیت، ابعاد و شکل عوارض را نمایش دهند. بنابراین نقشه‌های توپوگرافی دارای خطوط تراز، جزء بهترین و کاربردی‌ترین نقشه‌های جغرافیایی به شمار می‌روند.

نقشه شماره ۱۰-۶

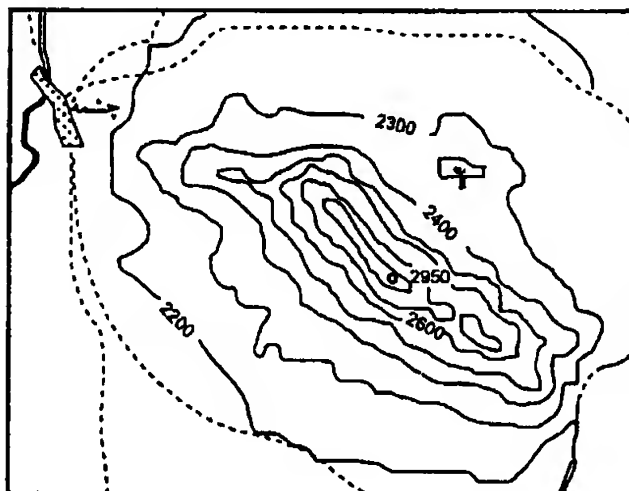


#### ۶- روشهای ترکیبی

در بسیاری از نقشه‌ها، برای داشتن ویژگی بهتر، از دو یا چند روش همزمان استفاده می‌نمایند. از جمله در نقشه‌های ۱:۲۵۰ ۰۰۰ پوشش سراسری ایران، از دو روش منحنی تراز و سایه روشن یا در تعدادی از آنها نیز همزمان، از منحنی تراز و رنگ به روش هیپسومتریک استفاده شده است.

### تمرین

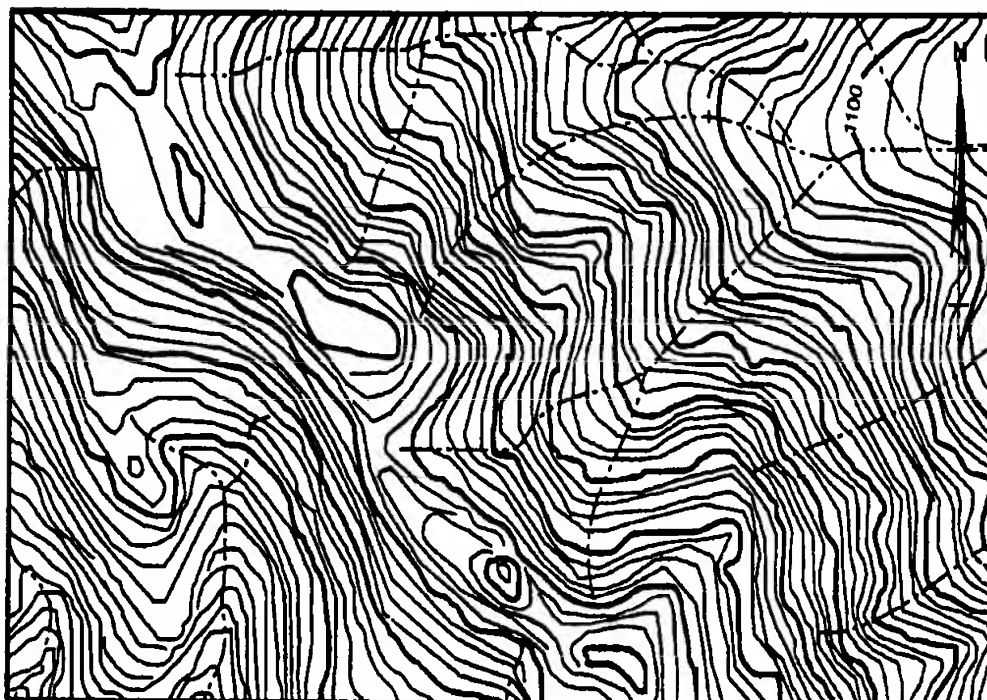
۱- در نقشه شماره ۱۰-۷ ارتفاع نسبی چند نقطه را نسبت به آبادی چشمه به دست آورید.



نقشه شماره ۱۰-۷

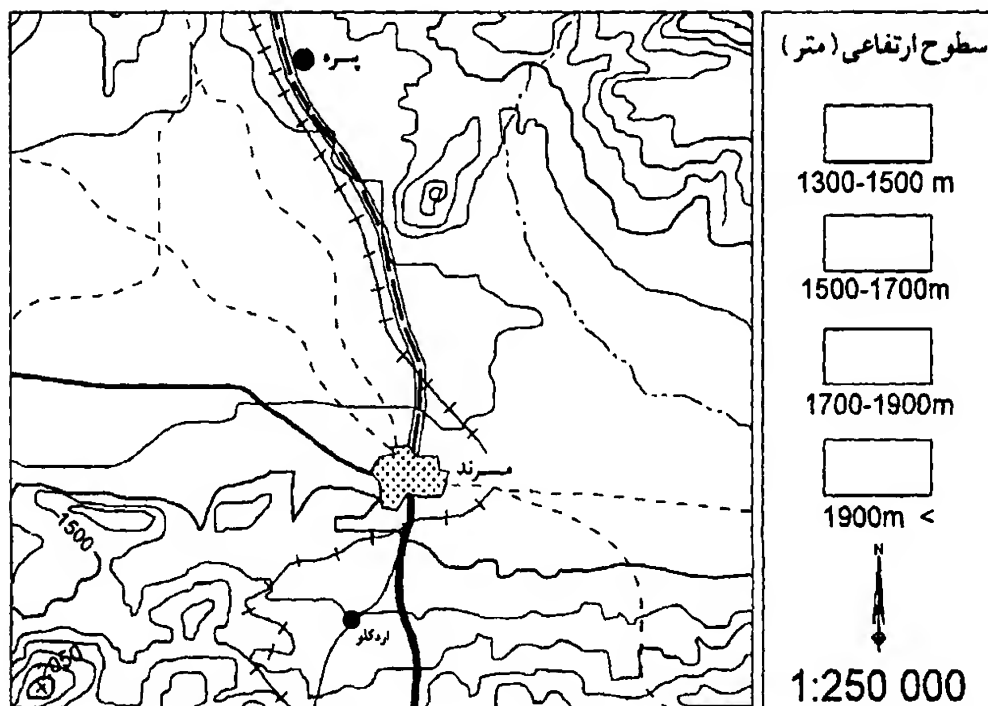
۲- با تصور تابش نور از جهت شمال، نقشه ۱۰-۸ را سایه بزنید.

نقشه ۱۰-۸



۳- نقشه ۹-۱۰ را بر حسب سطوح ارتفاعی تعیین شده، تبدیل به یک نقشه هیپسومتری نمایید.

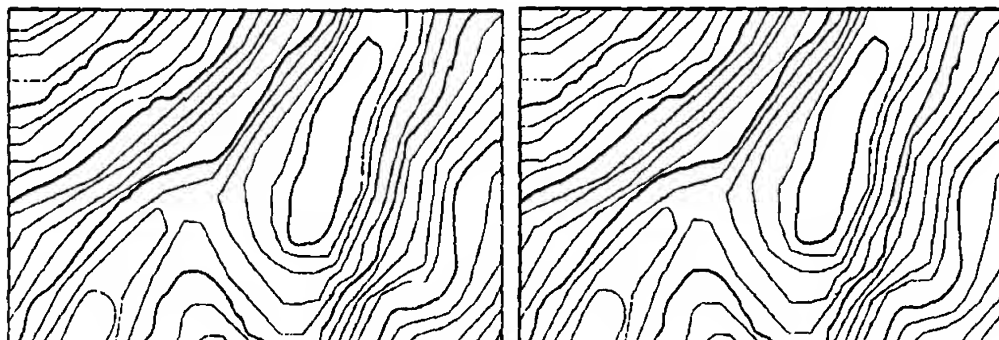
نقشه ۹-۱۰



۴- نقشه شماره ۱۰-۱۰ را با استفاده از روش  $\frac{1}{4}$  و نقشه شماره ۱۱-۱۰ را با استفاده از هاشور شیب، تبدیل به نقشه هاشور نمایید.

نقشه شماره ۱۰-۱۰

نقشه شماره ۱۱-۱۰



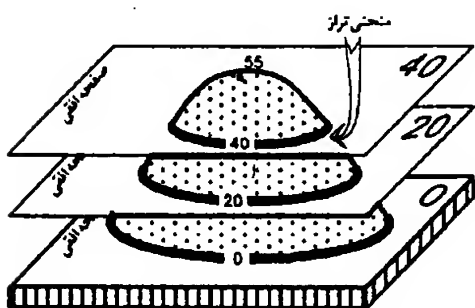
## نقشه‌های توپوگرافی

### ۱- مفهوم خطوط تراز

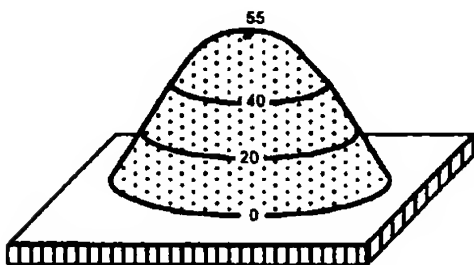
در تعریف، «منحنی تراز، یک منحنی بسته‌ای است که نقاط هم ارتفاع را به هم وصل می‌کند». بنابراین هر منحنی تراز، یک خط کاملاً افقی است و به عبارتی هر منحنی، فصل مشترک یک صفحه افقی با سطح یک ناهمواری است. تصویر شماره ۱۱-۱ این ویژگی را بخوبی نشان می‌دهد. در تصویر، محل عبور صفحه افقی از تپه، در واقع یک منحنی تراز در سطح تپه تشکیل می‌دهد. ارتفاع صفحه قاطع، دقیقاً ۲۰ متر از سطح مبنا بالاتر و کاملاً افقی است. چنانچه صفحه دیگری در ارتفاع ۴۰ متری از تپه عبور نماید،

منحنی ۴۰ متر را در سطح تپه تشکیل خواهد داد. نقشه شماره ۱۱-۳، نقشه توپوگرافی همان تپه را نشان می‌دهد. با این تفاوت که در این نقشه، نگاه ما مانند هر نقشه دیگری کاملاً عمودی و از

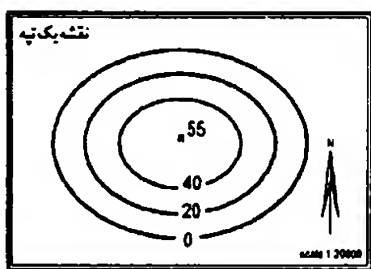
تصویر ۱۱-۱



تصویر ۱۱-۲



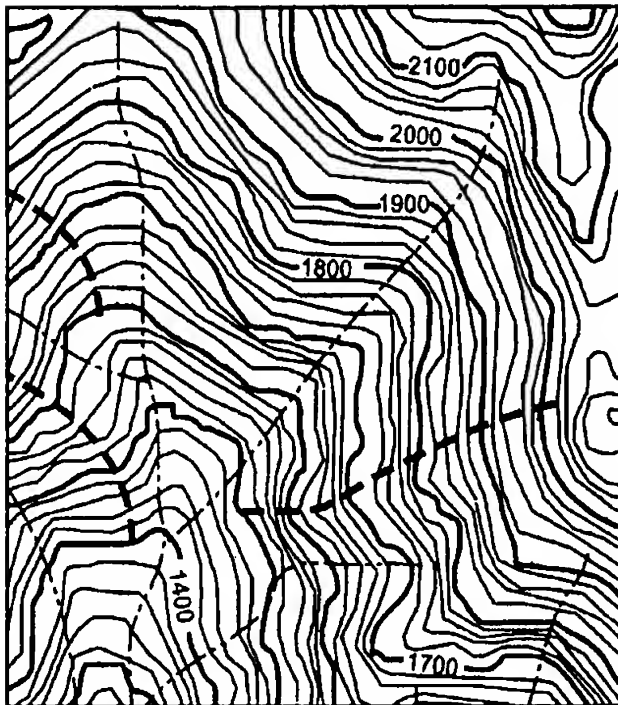
تصویر ۱۱-۳



بالاست. فاصله ارتفاعی خطوط تراز در روی نقشه‌ها، به صورت مساوی و متساوی البعد در نظر گرفته می‌شود. همان گونه که دیده می‌شود، در روی نقشه شماره ۱۱-۳ فاصله منحنی‌ها برابر ۲۰ متر است. این ۲۰ متر در حقیقت اختلاف ارتفاع هر منحنی نسبت به منحنی بعدی است.

## ۲- خواندن ارتفاع از روی منحنی‌های میزان

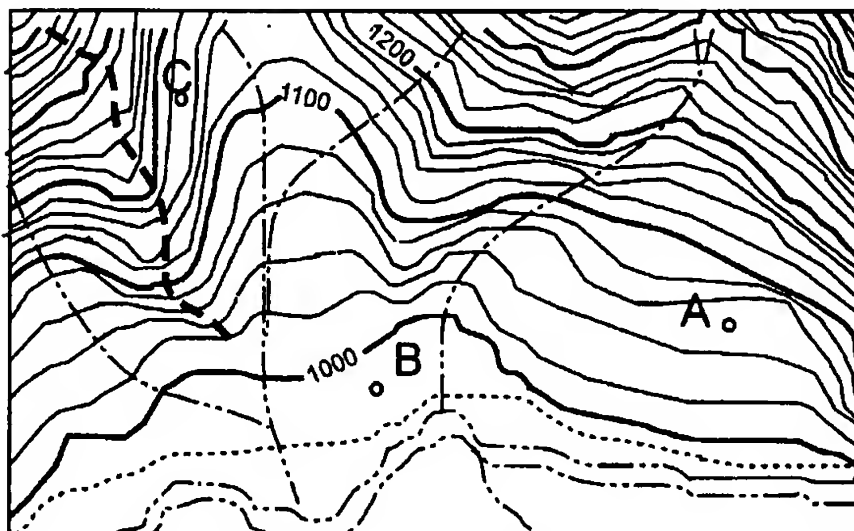
معمولاً منحنی‌های تراز در روی نقشه‌های توپوگرافی، با رنگ قهوه‌ای ترسیم می‌گردند. ارتفاع تمام منحنی‌ها در روی آنها نوشته نمی‌شود، بلکه از هر ۵ منحنی، یکی را ضخیم‌تر یا پررنگ‌تر ترسیم کرده و رقم ارتفاعی تنها در روی منحنی‌های ضخیم‌تر و در امتداد آنها نوشته می‌شود (نقشه شماره ۱۱-۴). منحنی ضخیم‌تر را «منحنی اصلی» و چهار منحنی حد فاصل آن را «منحنی واسطه» می‌نامند. در سطوح خیلی کم شیب، از منحنی‌های «فرعی» نیز استفاده می‌گردد. منحنی‌های اخیر بصورت بریده نقشه ۱۱-۴



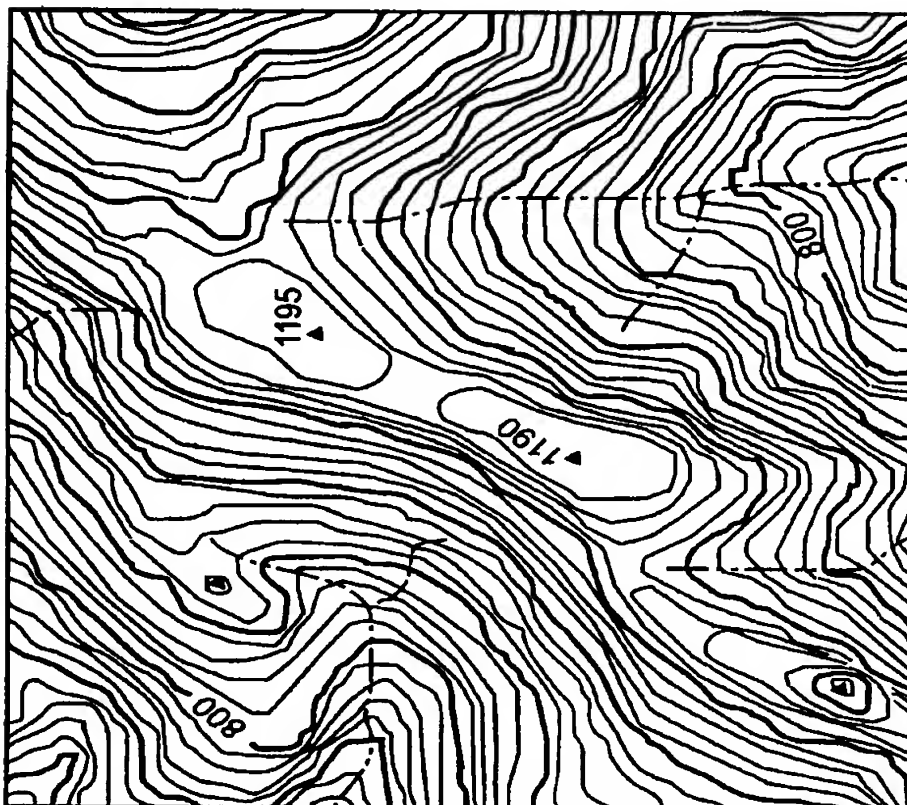
ترسیم شده و ارتفاع آنها نصف ارتفاع منحنی‌های واسطه است. یعنی اگر ارتفاع منحنی‌های واسطه ۲۰ متر باشد، ارتفاع منحنی‌های فرعی ۱۰ متر است. در روی نقشه شماره ۱۱-۴ فاصله منحنی‌های اصلی ۱۰۰ متر است. بنابراین، فاصله منحنی‌های واسطه ۲۰ متر خواهد بود. برای خواندن ارتفاع منحنی‌های تراز باید منحنی اصلی را آن قدر تعقیب نمود تا به رقم

ارتفاعی آن رسید. زیرا همان گونه که ذکر شد، رقم ارتفاعی تنها روی منحنی‌های اصلی

نقشه ۱۱-۵



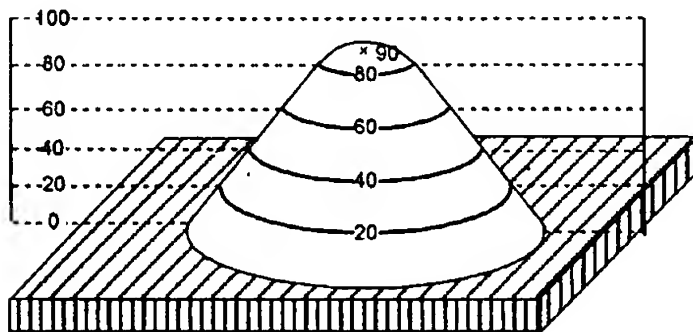
نقشه شماره ۱۱-۶



نوشته می شود. نقاطی که در حد فاصل دو منحنی قرار گرفته اند، ارتفاع آنها به تقریب به دست می آید. برای مثال، ارتفاع نقاط A و B و C در روی نقشه ۱۱-۵ به ترتیب ۱۰۵۰ و ۹۹۰ و ۱۱۷۰ متر است. زیرا اختلاف ارتفاع دو منحنی ۲۰ متر است و ارتفاع به تقریب  $\frac{1}{2}$  به دست آمده است.

براین اساس، ارتفاع هر نقطه ای با خطای حداکثر فاصله دو منحنی ( $\pm 20$  متر در نقشه شماره ۱۱-۵) را به سہولت می توان به دست آورد. یادآوری می گردد که ارقام ارتفاعی، عموماً ارتفاع مطلق آن نقاط بوده و نسبت به سطح اساس عمومی که سطح دریاها را آزاد می باشد، اندازه گیری می گردند. هر چند در نقشه های بسیار بزرگ مقیاس، امکان دارد از سطح مبنای محلی نیز استفاده گردد.

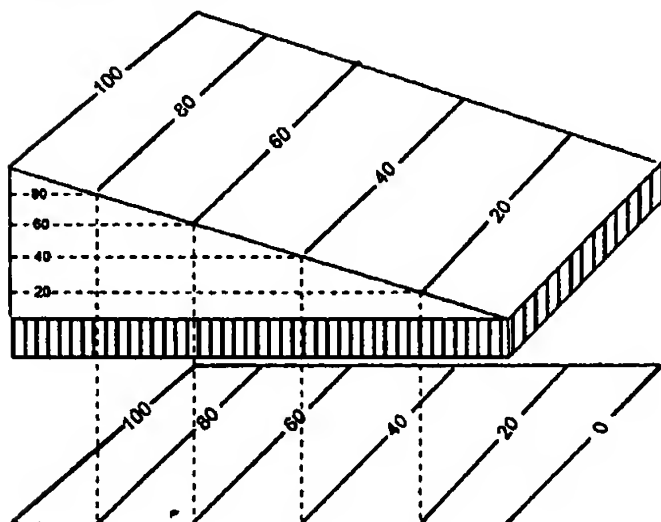
ارتفاع قله هایی که در روی منحنی قرار نمی گیرند، توسط نقاط ارتفاعی تعیین می گردد. در نقشه شماره ۱۱-۶ فاصله منحنی های اصلی ۱۰۰ متری است. بنابراین، فاصله منحنی های واسطه ۲۰ متر خواهد بود، با این اندیشه که فاصله منحنی ها، مضربی از ۲۰ می باشد. بنابراین، به سہولت می توان با استفاده از نقاط ارتفاعی، ارتفاع منحنی های مجاور آن نقطه را به دست آورد. برای مثال، در نقشه شماره ۱۱-۶ ارتفاع منحنی برابر ۱۱۸۰ متر است. زیرا ارتفاع قله در مجاور آن ۱۱۹۰ متر می باشد. و چون رقم ارتفاعی منحنی ها به طور ثابت ۲۰ متری است. بنابراین نقطه ارتفاعی ۱۱۹۰ متر بین منحنی ۲۰ تصویر ۱۱-۷



متری ۱۱۸۰ و ۱۲۰۰ متر قرار گرفته است و منحنی ۱۲۰۰ متر روی نقشه قابل ترسیم نیست، چون از فضای بالای قله عبور می کند. تصویر شماره ۱۱-۷ موقعیت نقطه ارتفاعی قله را نسبت به منحنی های مجاور نشان می دهد.

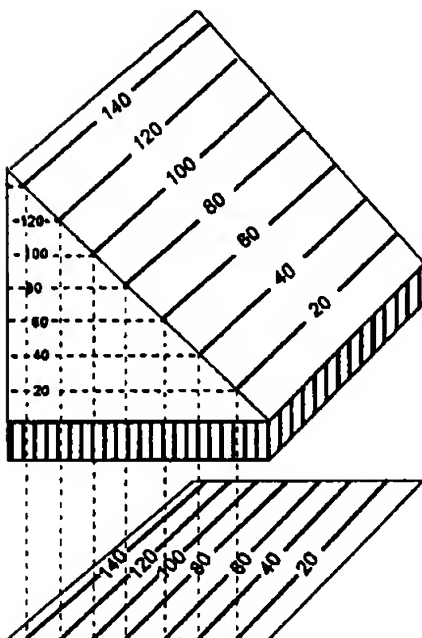
### ۳- رابطه بین توپوگرافی و اجزاء خطوط تراز

تصویر شماره ۱۱-۸



چنانچه به خطوط منحنی میزان نگاه کنیم، دو اختلاف عمده در آنها دیده می‌شود. یکی، تغییر مقدار فاصله منحنی‌های تراز و دیگری، تغییر شکل انحناى آنهاست که از نقطه‌ای به نقطه دیگر تفاوت می‌کند.

تصویر شماره ۱۱-۹



#### ۳-۱- نمایش شیب

##### ۱- مقدار شیب

بین فاصله منحنی‌های میزان و مقدار شیب، رابطه عکس وجود دارد. همان گونه که در تصاویر شماره ۱۱-۸ و ۱۱-۹ دیده می‌شود، در نقاطی که فاصله منحنی‌های میزان کمتر است، شیب بیشتر می‌باشد و بالعکس، در نقاطی که منحنی‌ها با فاصله بیشتری ترسیم شده‌اند، به همان نسبت شیب کاهش می‌یابد.

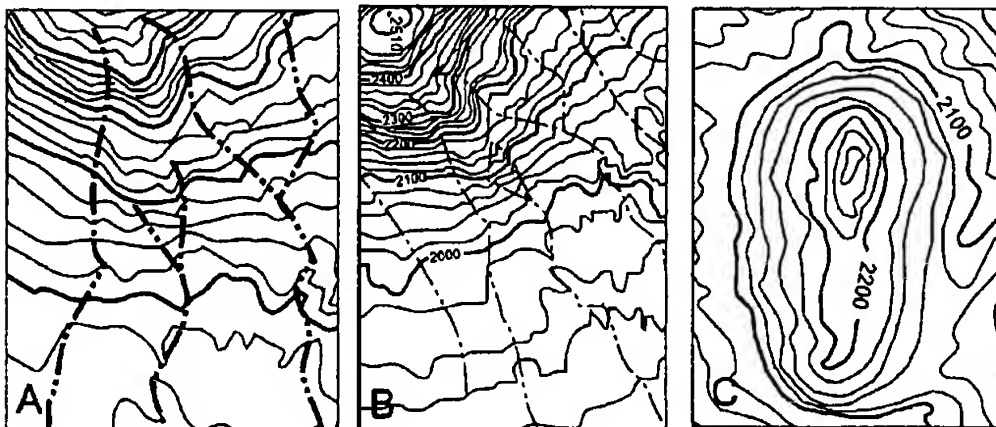
##### ۲- جهت شیب

منظور از جهت شیب به زبان ساده‌تر، جهت سرازیری است. ۳ کلید اصلی برای تعیین جهت شیب وجود دارد.

الف) شبکه زهکشی: (نقشه A-۱۰-۱۱) انشعابات رودخانه عموماً با یک زاویه کمتر از ۹۰ درجه به یکدیگر می‌پیوندند و بنابراین شیب در جهت جریان شبکه است.



تصویر شماره ۱۰-۱۱



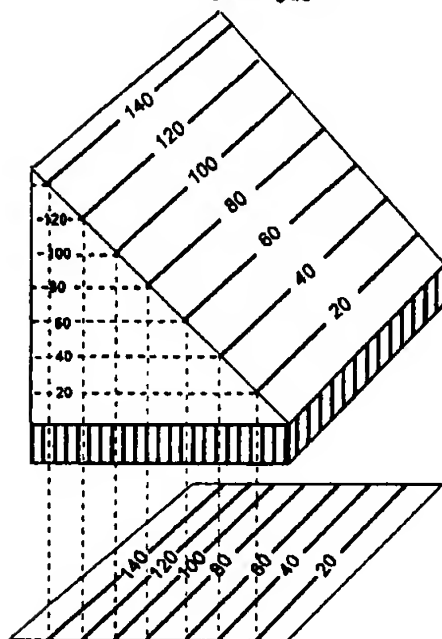
(ب) مقایسه اختلاف ارتفاع خطوط تراز: (نقشه B-۱۰-۱۱)، بدیهی است شیب از منحنی مرتفع‌تر به سمت منحنی کم ارتفاع‌تر است.

(ج) قله‌ها: (نقشه C-۱۰-۱۱)، شیب از قله‌ها به اطراف، به صورت واگراست.

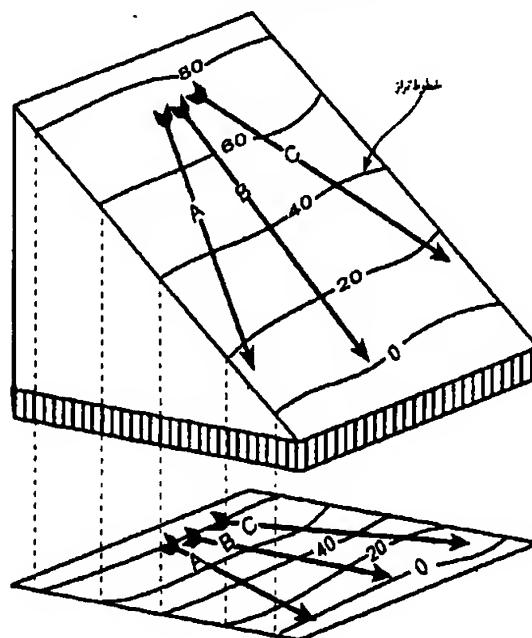
(ج) جهت بیشترین شیب دامنه

در سطوح دامنه‌ها، پر شیب‌ترین مسیر امتدادی است که به راستای نیروی جاذبه

تصویر شماره ۱۲-۱۱



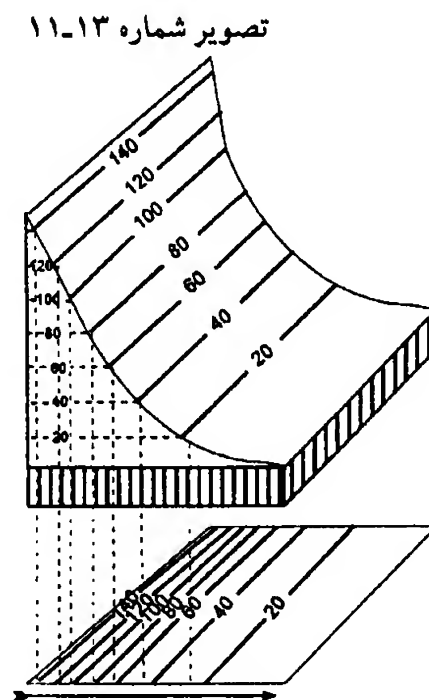
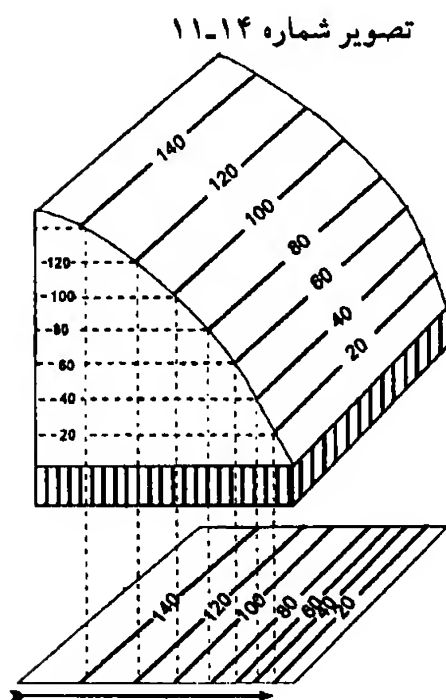
تصویر شماره ۱۱-۱۱



نزدیک‌تر است. این امتداد در سطح دامنه‌ها، عمود بر منحنی‌های تراز است. شبکه‌های زهکشی و رودخانه‌ها، عموماً بر شیب‌ترین مسیر را در سطح دامنه‌ها طی می‌کنند. بنابراین، عمود بر منحنی‌های تراز هستند (تصویر شماره ۱۰-۱۱). در تصویر شماره ۱۱-۱۱ هر سه مسیر A و B و C امتداد شیب و سرازیری را نشان می‌دهند، ولی امتداد B بیشترین شیب را داراست، زیرا این امتداد کاملاً عمود بر خطوط تراز است.

#### د) تغییرات شیب در یک دامنه

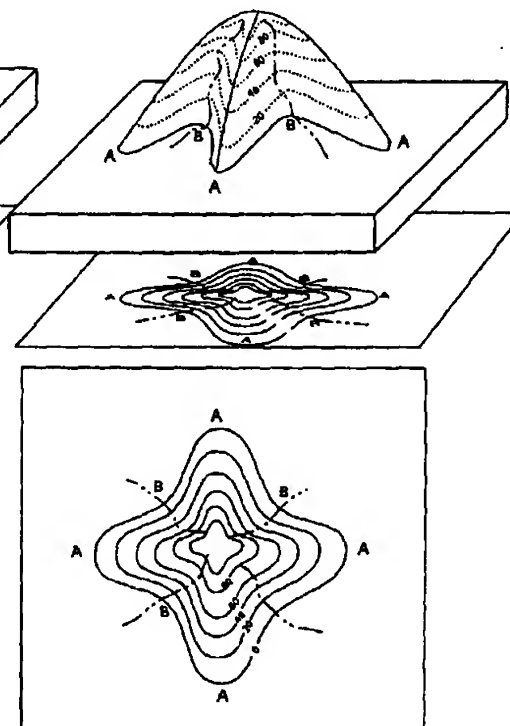
- اگر فاصله منحنی‌های تراز، یکسان باشد نشان دهنده شیب یکنواخت است. نقشه افقی زیر بلوک دیاگرام، این را بخوبی نشان می‌دهد (تصویر شماره ۱۲-۱۱).
- در دامنه‌های با شیب کاو (مقعر)، فاصله منحنی‌ها در روی نقشه، از پایین به بالا فشرده‌تر می‌گردد (تصویر شماره ۱۳-۱۱).
- در دامنه‌های با شیب کوژ (محدب)، فاصله منحنی‌ها در روی نقشه، از پائین به بالا بازتر می‌گردد (تصویر شماره ۱۴-۱۱).



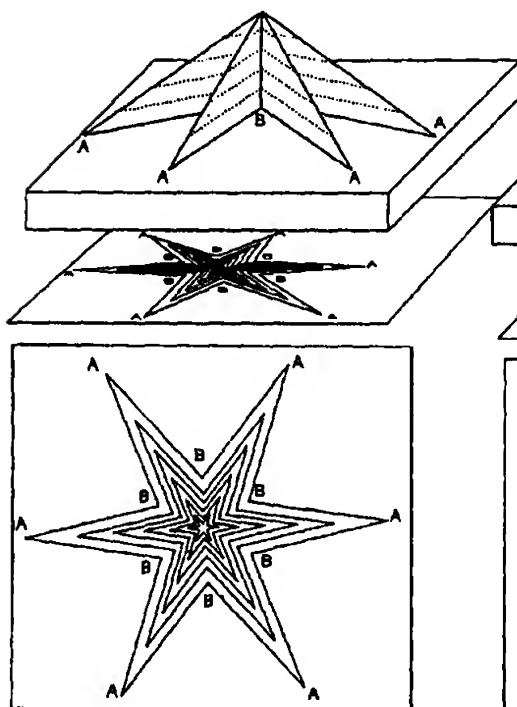
## ۲-۳- نمایش پستی ها و بلندیها

بطور کلی انحنای خطوط تراز، نشانگر شکل توپوگرافی و پستی ها و بلندیهاست. قابل ذکر است که سراسر سطح زمین از نظر توپوگرافی، تنها از دو شکل اصلی تشکیل شده است. این دو شکل اصلی شامل، فرورفتگیها (دره ها) و برجستگیها (میانابها) می باشند. تصاویر شماره ۱۵-۱۱ و ۱۶-۱۱، شکل شماتیکی نقش انحنای خطوط تراز را نشان می دهند. امتداد مسیر A برجستگی ها و امتداد مسیر B دره ها را نشان می دهد. بدیهی است، هرگاه خطوط تراز نسبت به قله (سر بالایی) انحنای کاو یا فرورفته را نشان دهند، امتداد یک درّه خواهد بود. برعکس، هرگاه خطوط تراز نسبت به قله (سر بالایی) انحنای کوژ یا پیش آمده را نشان دهند، امتداد یک میاناب خواهد بود.

تصویر شماره ۱۶-۱۱



تصویر شماره ۱۵-۱۱



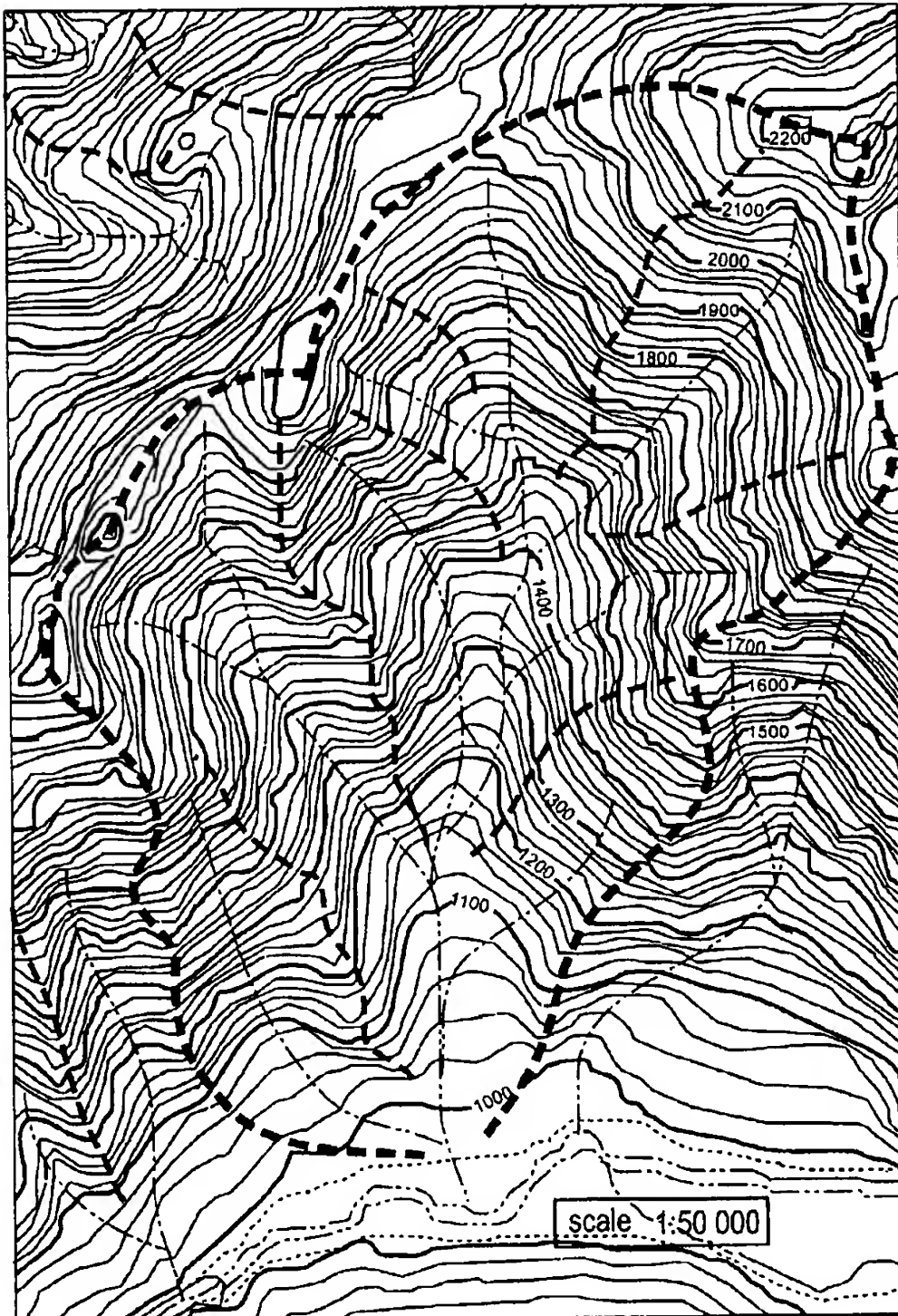
## الف) شکل منحنی‌ها در دره‌ها و میاناب‌ها

همان گونه که در تصویر شماره ۱۷-۱۱ دیده می‌شود، منحنی‌های تراز به طرف داخل دره‌ها و آبراهه‌ها تورفتگی ترسیم می‌کنند و برعکس، در پشته‌ها و میاناب‌ها، حالت برآمدگی نشان می‌دهند. به عبارتی منحنی‌ها در دره‌ها نسبت به سر بالایی به صورت ۸ دیده می‌شوند و در میاناب‌ها حالت ۷ را ظاهر می‌سازند. عمیق‌ترین امتداد در دره‌ها، (تالوگ‌ها)<sup>(۱)</sup> و بلندترین امتداد در میاناب‌ها، (خط الرأس‌ها) در روی منحنی‌های میزان، درست در محل شکست یا تغییر شیب منحنی‌ها ترسیم می‌شوند. در نقشه شماره ۱۷-۱۱ امتداد خط القعرها در دره‌ها با خط و نقطه و در میاناب‌ها و خط الرأس‌ها، با خط مقطع نشان داده شده است. بدیهی است، حدود حوضه‌های آبخیز<sup>(۲)</sup> نیز با خط الرأس پیرامون شبکه زهکشی آن حوضه انطباق دارد که به آن خط تقسیم آب نیز گفته می‌شود.

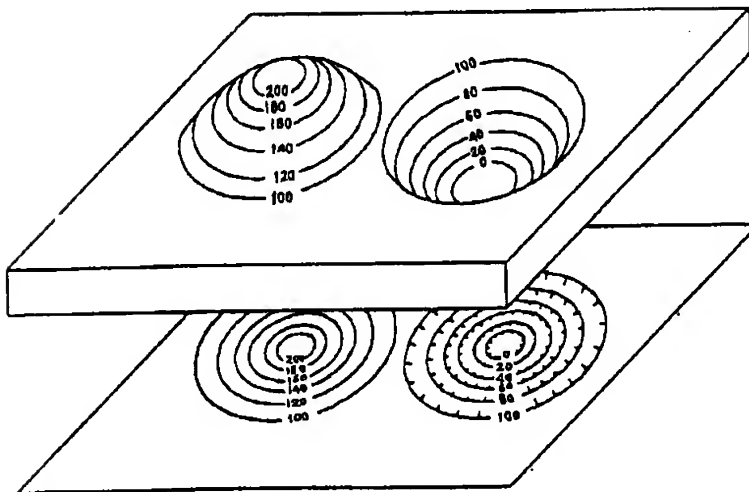
1- Thalweg

2- Watershed

تصوير ۱۱-۱۷

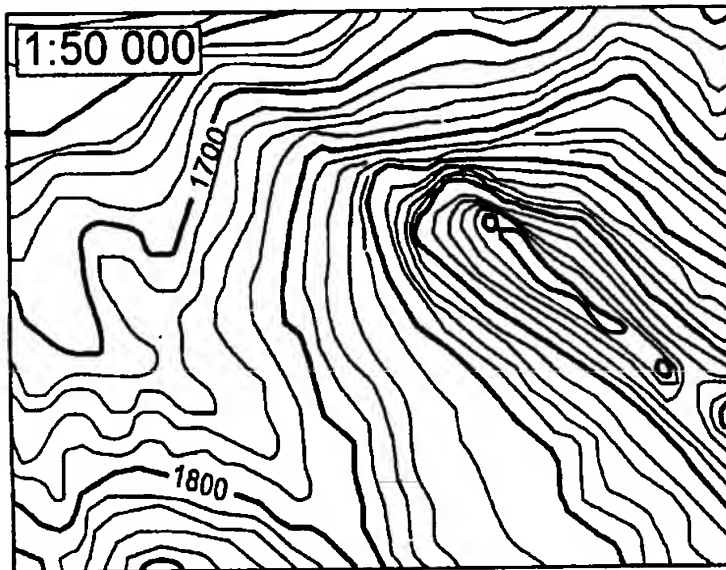


### ب) گودیاها و برآمدگیها



منحنی‌های  
تراز، برآمدگی‌ها  
و فرورفتگی  
ها را به یک  
شکل نشان  
می‌دهند.  
برای مثال،  
تصویر شماره  
۱۱-۱۸  
فرورفتگی و

برآمدگی مجاور آن را نشان می‌دهد. برای تشخیص بهتر، کلیدهای جهت شیب، می‌توانند ما را در تشخیص یک فرورفتگی از یک برآمدگی کمک نمایند. ساده‌ترین راه، مقایسه اختلاف ارتفاع منحنی‌هاست. در نقشه‌های توپوگرافی، برای تفکیک این دو عارضه از یکدیگر، معمولاً منحنی گودال‌ها را به سمت داخل هاشور می‌زنند.  
تصویر شماره ۱۱-۱۹



ج) پرتگاهها  
در نقاطی که  
منحنی‌های میزان  
دقیقاً فشرده  
شوند، موقعیت  
یک پرتگاه را  
نشان می‌دهند.  
یادآوری این نکته  
ضروری است که  
منحنی‌های تراز،

به هیچوجه همدیگر را قطع نمی‌کنند (تصویر شماره ۱۱-۱۹).

تصویر شماره ۱۱-۲۰

A- تپه متقارن - شیب در همه جای

آن یکسان است.

B- تپه نامتقارن - دارای یک دامنه

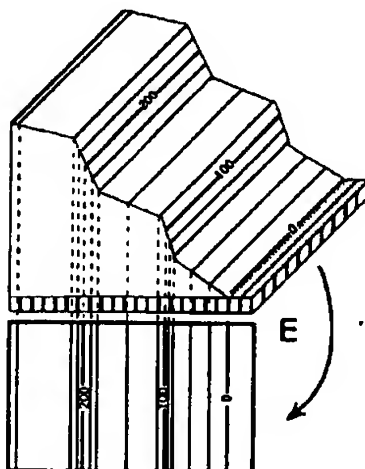
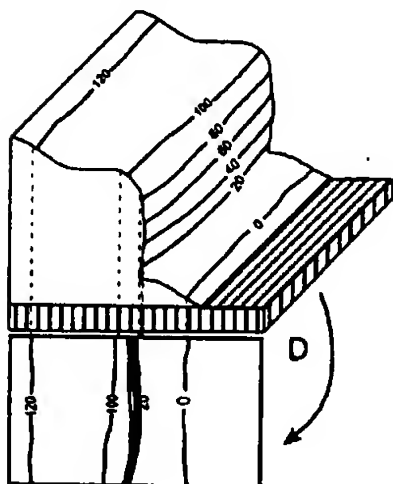
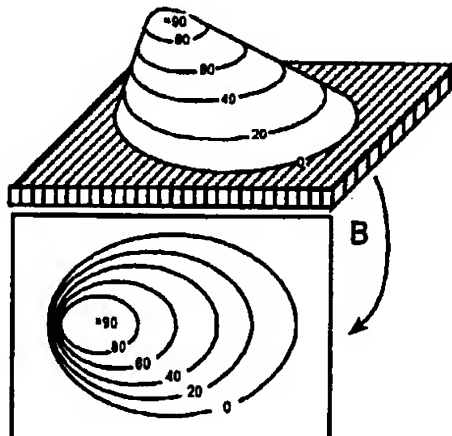
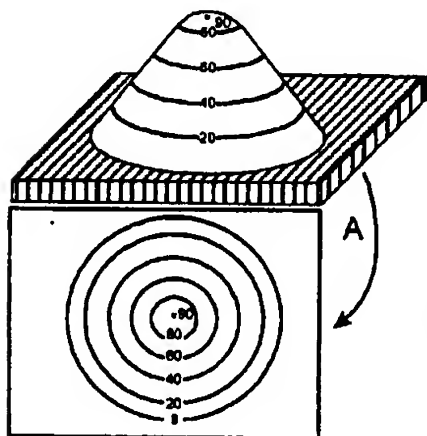
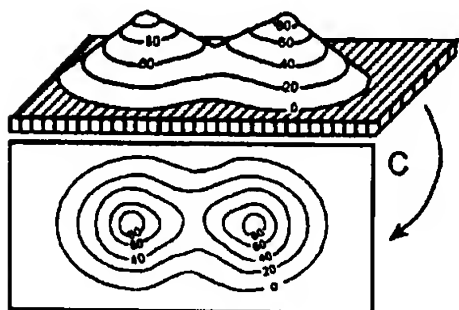
پرشیب پرتگاهی و یک دامنه کم شیب

C- گردنه - فرورفتگی بین دو قله متوالی

D- پرتگاه - در محل پرتگاه

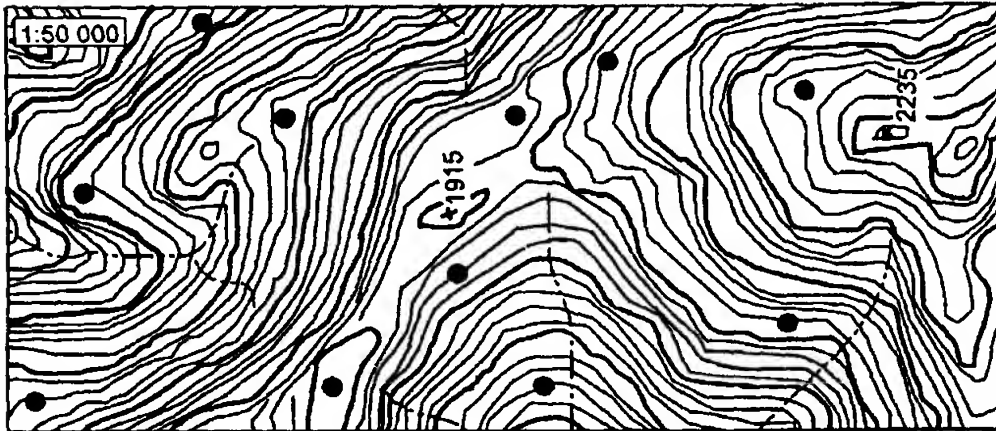
منحنی‌ها فشرده می‌شوند.

E- تغییرات شیب در یک دامنه



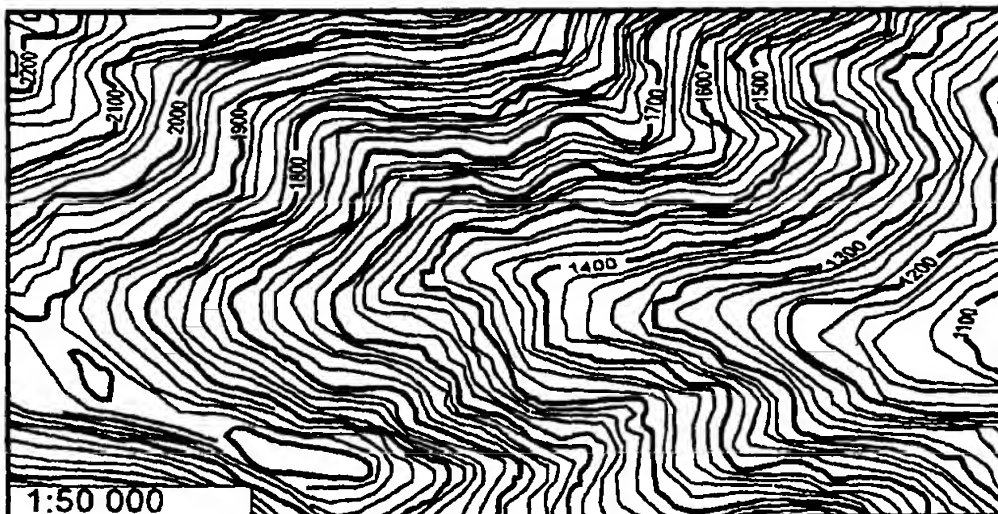
## - تمرین

- ۱- نقشه شماره ۱۱-۲۱ با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ می باشد. تمرین های زیر را انجام دهید.  
 الف) ارتفاع تمام منحنی های اصلی را به دست آورید.  
 ب) ارتفاع نقاط تعیین شده را به تقریب (با دامنه ۱۰ متر) بدست آورید.  
 ج) جهات شیب دامنه ها را در امتداد پرشیب ترین مسیر، با فلش نشان دهید.
- تصویر شماره ۱۱-۲۱



- ۲- با کمک نقاط ارتفاعی در نقشه ۱۱-۲۱، ارتفاع منحنی های واسطه را بدست آورید.
- ۳- در نقشه ۱۱-۲۲ دره ها را با رنگ آبی و میانابها را با رنگ قرمز ترسیم نمایید.

تصویر شماره ۱۱-۲۲

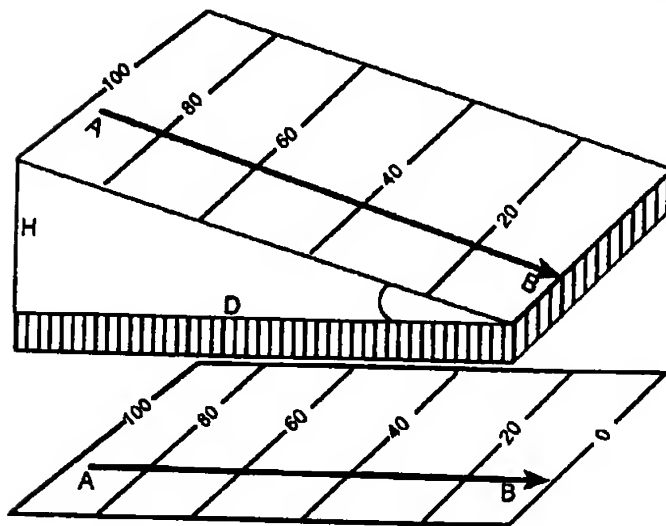




## اندازه‌گیری روی نقشه‌های توپوگرافی

### - اندازه‌گیری میزان شیب

یکی از ویژگی‌های مهم نقشه‌های توپوگرافی، قابلیت اندازه‌گیری زاویه شیب، شیب نسبی و درصد شیب سطوح و دامنه‌ها، با استفاده از خطوط تراز است. تصویر ۱۲-۱



الف) روش محاسبه شیب «جهت شیب»، از یک نقطه مرتفع به سوی نقطه پست‌تر می‌باشد. همان گونه که در تصویر شماره ۱۲-۱ دیده می‌شود، این امتداد (A و B)، عمود بر منحنی‌های میزان است.

میزان شیب یک امتداد، از نسبت اختلاف ارتفاع دو نقطه (A و B) و فاصله افقی همان دو نقطه به دست می‌آید. فرمول‌های شماره ۱۲-۲ و ۱۲-۳ و ۱۲-۴ «زاویه شیب»، در واقع، زاویه بین شیب دامنه و سطح افقی است. تصویر شماره ۱۲-۱ زاویه شیب را نشان می‌دهد. برای به

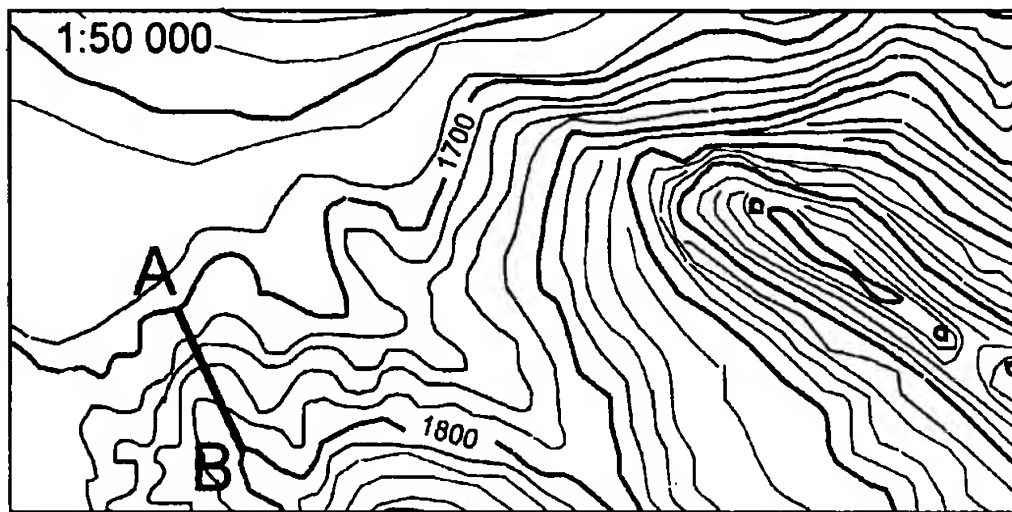
فرمول شماره ۱۲-۲	شیب نسبی $\frac{H}{D}$
فرمول شماره ۱۲-۳	درصد شیب $\frac{H}{D} \times 100$
فرمول شماره ۱۲-۴	زاویه شیب $\left(\frac{H}{D}\right)^{tg-1}$
$H$ = اختلاف ارتفاع دو نقطه (به متر)	
$D$ = فاصله همان دو نقطه (به متر)	
$tg$ = تانژانت زاویه شیب	

دست آوردن زاویه شیب یک دامنه، باید ابتدا شیب نسبی را به صورت کسر اعشاری به دست آورده و سپس با مراجعه به ستون تانژانت، در یک جدول مثلثاتی، مقدار زاویه شیب را مستقیماً بر حسب درجه و اجزای آن قرائت نمود. با استفاده از ماشین حساب و دکمه تانژانت، می‌توان زاویه شیب را براحتی بدست آورد. مثال:

در نقشه شماره ۱۲-۵، امتداد AB تعیین شده است. اختلاف ارتفاع (h) این امتداد،

برابر ۱۰۰ متر است.  $۱۷۰۰ \text{ متر} - ۱۸۰۰ \text{ متر} = ۱۰۰ \text{ متر}$

نقشه شماره ۱۲-۵



فاصله افقی دو نقطه روی نقشه (D)، پس از اندازه‌گیری با خط‌کش، برابر ۲ سانتیمتر است. چون مقیاس نقشه ۱:۵۰۰۰۰ می‌باشد، بنابراین ۲ سانتیمتر نقشه در روی زمین، برابر ۱۰۰۰ متر است.

$$۲ \text{ cm} \times ۵۰۰۰۰ \text{ cm} = ۱۰۰۰۰۰ \text{ cm} = ۱۰۰۰ \text{ m}$$

شیب نسبی امتداد AB برابر ۱/۰ می‌باشد. درصد شیب آن برابر ۱۰ درصد و زاویه

شیب دامنه، معادل ۵/۷ درجه است.

$$\left(\frac{H}{D}\right) = \frac{۱۰۰}{۱۰۰۰} = ۰/۱$$

$$\left(\frac{H}{D} \times ۱۰۰\right) = \frac{۱۰۰}{۱۰۰۰} \times ۱۰۰ = ۱۰\%$$

$$\left(\frac{H}{D}\right)^{\lg^{-1}} = \left(\frac{۱۰۰}{۱۰۰۰}\right)^{\lg^{-1}} = ۵/۷ \text{ درجه}$$

از آنجا که شیب نسبی  $\frac{۱}{۵۷/۲}$  تقریباً مساوی

یک درجه است. بنابراین می‌توان با یک تناسب

ساده، زاویه شیب را به طور تقریبی به دست

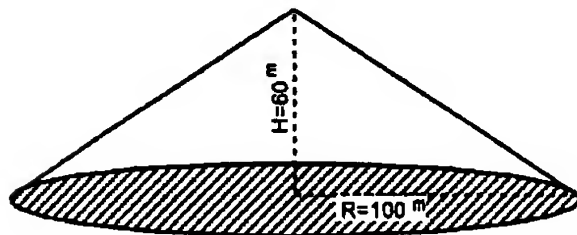
آورد. برای این منظور، کافی است، شیب نسبی

مورد نظر را در عدد  $۵۷/۲$  ضرب نماییم. این

روش تا زمانی که زاویه شیب از ۷ درجه کمتر باشد، قابل اطمینان خواهد بود. برای شیب‌های بالاتر، بهتر است از جداول تانژانت یا ماشین حساب استفاده گردد.

### ب) اندازه‌گیری حجم عوارض از روی نقشه‌های توپوگرافی

تصویر ۱۲-۶

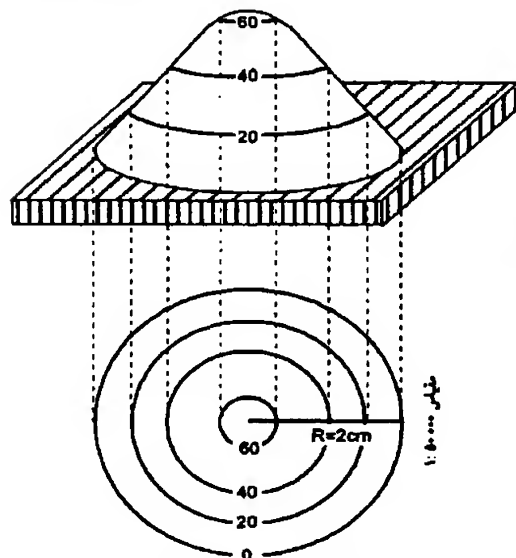


$$(100 \times 100 \times \frac{3}{14}) \times 20 = 628000 \text{ m}^3$$

حجم مخروط برابر ۶۲۸۰۰۰ متر

در پاره‌ای از موارد محاسبه حجم گودال‌ها، دره‌ها یا برآمدگی‌ها ضرورت پیدا می‌کند. برای مثال خاکبرداری یا خاکریزی مسیر، احداث سد‌ها در مسیر رودخانه‌ها و محاسبه حجم آبگیر سد‌ها، برآورد ذخیره معادن و نظایر آن را می‌توان برشمرد. اندازه‌گیری حجم با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی دارای منحنی میزان انجام می‌گیرد.

تصویر ۱۲-۷



$$1000 \times 1000 \times \frac{3}{14} = 314000 \text{ m}^2$$

مساحت قاعده تپه ۳۱۴۰۰۰ مترمربع

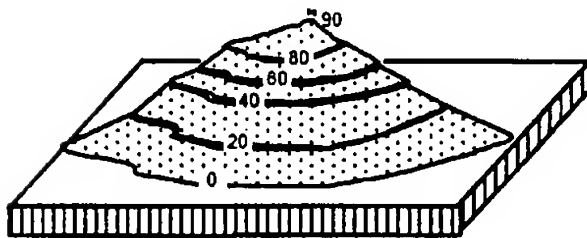
$$314000 \text{ m}^2 \times 20 = 6280000 \text{ m}^3$$

حجم تپه فوق برابر ۶۲۸۰۰۰۰ متر مکعب

۱ - اندازه‌گیری حجم گودال‌ها و تپه‌هایی که مخروطی شکل هستند. حجم گودال‌ها یا تپه‌هایی را که شبیه مخروط هستند (تصویر شماره ۱۲-۶)، می‌توان با استفاده از فرمول محاسبه حجم مخروط بدست آورد (مساحت قاعده مخروط  $\times \frac{1}{3}$  ارتفاع مخروط). در تصویر شماره ۱۲-۷ شعاع تپه روی نقشه ۲ سانتیمتر است که این نسبت در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ روی زمین برابر، ۱۰۰۰ متر است. همچنین ارتفاع

تپه، براساس خطوط میزان ۶۰ متر است، که  $\frac{1}{3}$  آن برابر ۲۰ متر می شود.

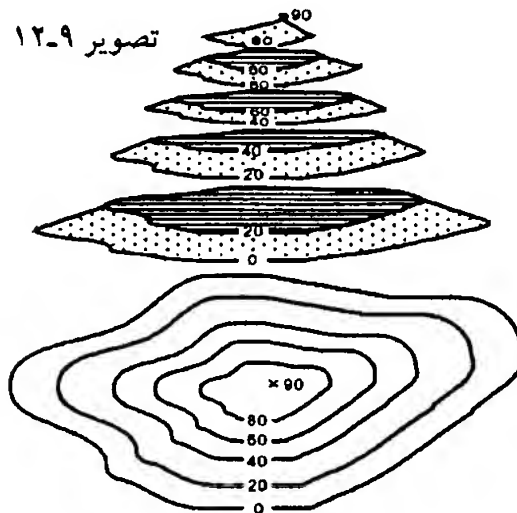
تصویر شماره ۱۲-۸



۲- اندازه گیری حجم عوارض نامنظم و غیر مخروطی شکل

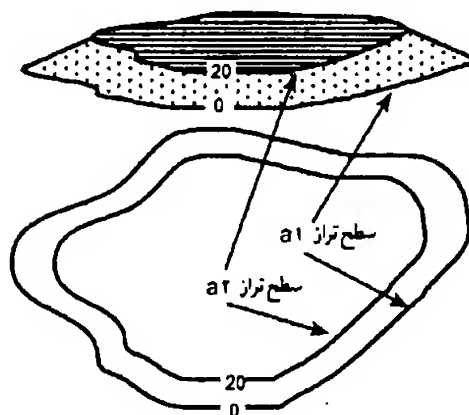
از آنجا که هر منحنی تراز، فصل مشترک یک صفحه افقی با یک عارضه می باشد؛ بنابراین هر دو منحنی تراز در تصویر شماره ۱۲-۸، بیانگر لایه ای با ضخامت ۲۰ متر می باشند. ما می توانیم هر لایه از این تپه را بطور مستقل محاسبه و در نهایت با جمع کل لایه ها حجم تپه را بدست آوریم.

تصویر ۱۲-۹



تپه تصویر شماره ۱۲-۹ از ۴ لایه تشکیل شده که ضخامت هر کدام ۲۰ متر است. تصویر شماره ۱۲-۹ هر لایه را به صورت مستقل نشان می دهد. رأس قلّه تپه و بالای منحنی تراز ۸۰ متر، خود بصورت یک مخروط کوچک است.

تصویر ۱۲-۱۰



هر لایه دو سطح دارد که مساحت آنها یکسان نیست (تصویر شماره ۱۲-۱۰). بنابراین باید مساحت هر سطح محاسبه و میانگین گیری شود.  $\frac{(a_1 + a_2) \times 20}{2}$  سپس در ارتفاع ۲۰ متری لایه، ضرب گردد. بدین ترتیب حجم یک لایه ۲۰ متری به دست می آید. برای اندازه گیری مساحت زیر و روی یک لایه باید با پلانیمتر مساحت هر منحنی اندازه گیری شود (تصویر

بدین ترتیب، حجم لایه‌های بعدی نیز محاسبه شده و جمع می‌گردد. در پایان، حجم لایه آخر که به صورت مخروط کوچکی در قله می‌باشد، به تقریب از طریق محاسبه حجم مخروط به دست می‌آید (فرمول شماره ۱۱-۱۲).

$$V = \frac{a_1 + a_2}{2} \times h + \frac{a_2 + a_3}{2} \times h + \frac{a_3 + a_4}{2} \times h + \dots \quad \text{فرمول شماره ۱۱-۱۲}$$

$a$  = مساحت هر منحنی تراز است که با استفاده از پلانیمتر یا روشهای دیگر اندازه‌گیری مساحت بدست می‌آید.

مثال: حجم آبگیر سد احداث شده، روی دره تصویر شماره ۱۲-۱۲ را محاسبه کنید. ابتدا با پلانیمتر مساحت منحنی‌ها را به شرح زیر اندازه می‌گیریم:

مساحت منحنی  $a_1 = 10000$  متر مربع

مساحت منحنی  $a_2 = 7000$  متر مربع

مساحت منحنی  $a_3 = 5000$  متر مربع

مساحت منحنی  $a_4 = 2000$  متر مربع

ارتفاع منحنی‌ها ۲۰ متر است.

$$\frac{10000 + 7000}{2} \times 20 + \frac{7000 + 5000}{2} \times 20 + \frac{5000 + 2000}{2} \times 20 = 360000 \text{ m}^3$$

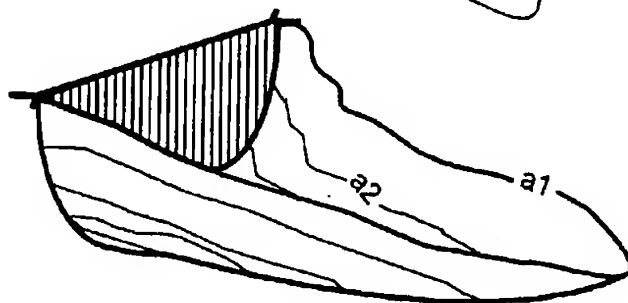
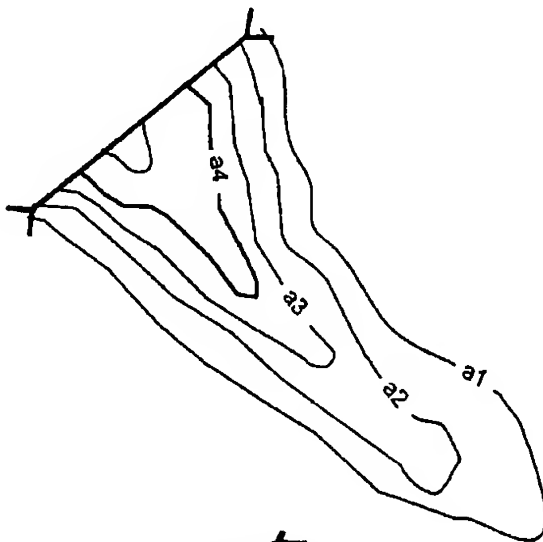
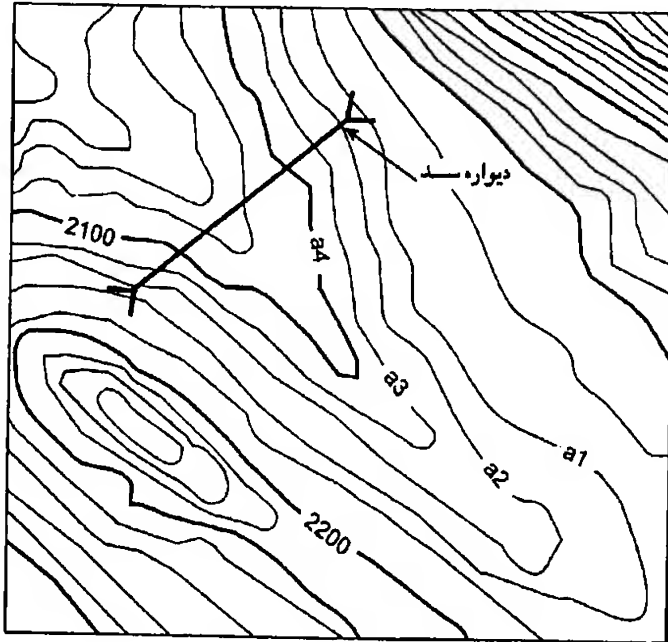
در نهایت، آخرین منحنی کف دره تا پای سد ( $a_4$ ) با در نظر گرفتن عمق ۹ متر محاسبه می‌گردد.

$$2000 \text{ m}^2 \times 9 \text{ m} = 18000 \text{ m}^3 + 360000 \text{ m}^3 = 378000 \text{ m}^3$$

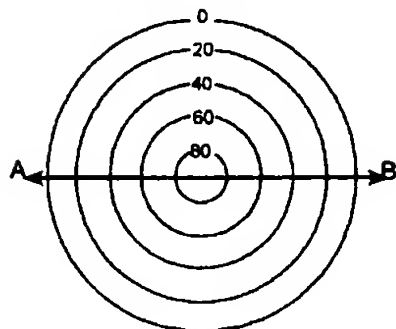
مترمکعب حجم آبگیر سد

تصویر شماره ۱۲-۱۲

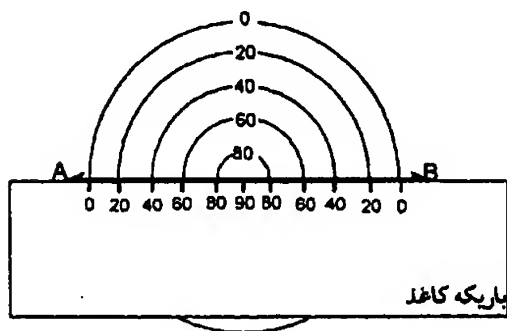
1:3000



تصویر شماره ۱۲-۱۳



دید افقی از عوارض موجود در نقشه برای ما فراهم می‌سازد. تصاویر شماره ۱۲-۱۳  
تصویر شماره ۱۲-۱۴



### ج) ترسیم نیمرخ توپوگرافی

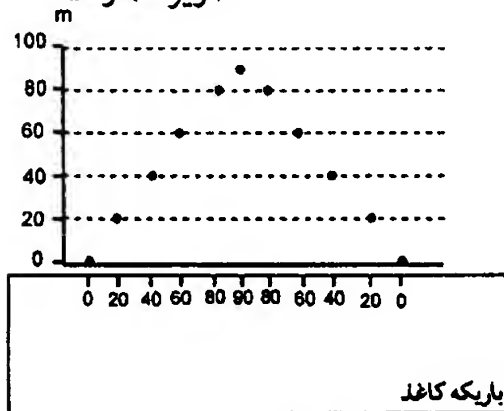
نقشه یک تصویر کاملاً افقی از سطح زمین است و نگاه ما به سطح نقشه به صورت یک دید عمودی و از بالا است. از این رو، درک پستی‌ها و بلندیها برای افراد، بویژه افراد غیر ماهر، بسیار مشکل است. نیمرخ توپوگرافی، یک

دید افقی از عوارض موجود در نقشه برای ما فراهم می‌سازد. تصاویر شماره ۱۲-۱۳ تا ۱۲-۱۶، مراحل تهیه نیمرخ توپوگرافی را نشان می‌دهد.

۱ - ابتدا، یک امتداد معینی را روی نقشه ترسیم نمائید (تصویر ۱۲-۱۳). امتداد A-B. بهتر است، امتداد رسم شده عمود بر عارضه باشد. طول آن با توجه به هدف و به دلخواه می‌تواند انتخاب گردد.

۲ - یک نوار کاغذی در کنار امتداد تعیین شده قرار داده و سپس رقم ارتفاعی هر منحنی را در محل برخورد با لبه کاغذ روی آن بنویسید (تصویر ۱۲-۱۴).

تصویر شماره ۱۲-۱۵

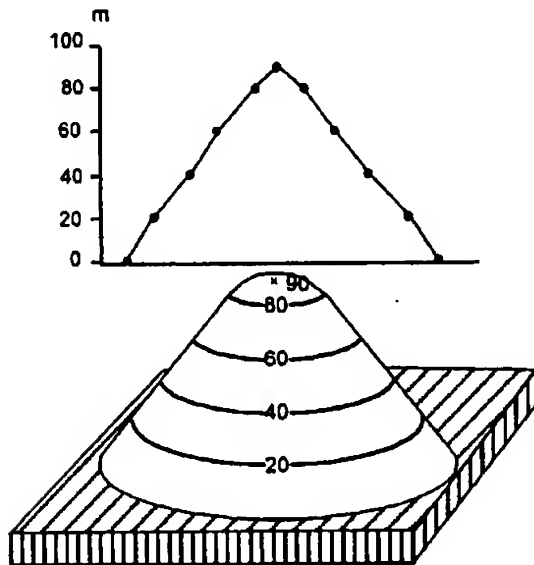


۳ - یک محور مختصات ترسیم نمائید (تصویر ۱۲-۱۵). محور عمودی، نشانگر ارتفاع منحنی‌ها و محور افقی، بیانگر فاصله افقی و محل قرار دادن لبه کاغذ است.

۴ - سپس نوار کاغذی را در زیر محور افقی قرار داده و محل نقاط ارتفاعی را در محور مختصات، نقطه گذاری نمائید

(تصویر ۱۲-۱۶). در نهایت، با اتصال نقاط، نیمرخ آماده می‌گردد.

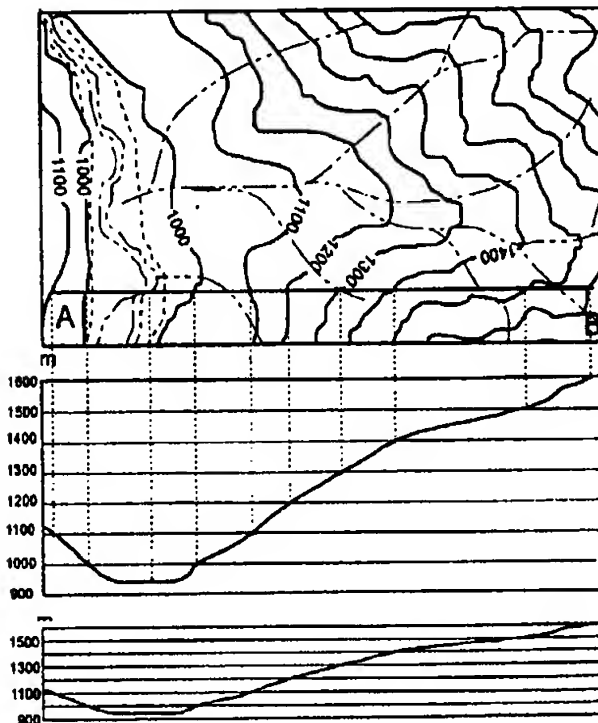
تصویر شماره ۱۶-۱۲



- مقیاس ارتفاعی نیمرخ  
در پاره‌ای موارد از جمله در  
نقاط کم شیب، برای اینکه  
عارضه در نیمرخ، نمود بهتری  
داشته باشد، بهتر است در  
مقیاس ارتفاعی مبالغه صورت  
پذیرد. به عبارتی، در سطوح کم  
عارضه، چنانچه بخواهیم نیمرخ  
را هم مقیاس با نقشه ترسیم  
نماییم، امکان دارد به طور  
برجسته و خوب نمایش داده

نشوند. تصویر شماره ۱۷-۱۲ دو نیمرخ ترسیم شده را در دو مقیاس ارتفاعی متفاوت  
نشان می‌دهد.

تصویر شماره ۱۷-۱۲



- تهیه نیمرخ از مسیر  
رودخانه‌ها

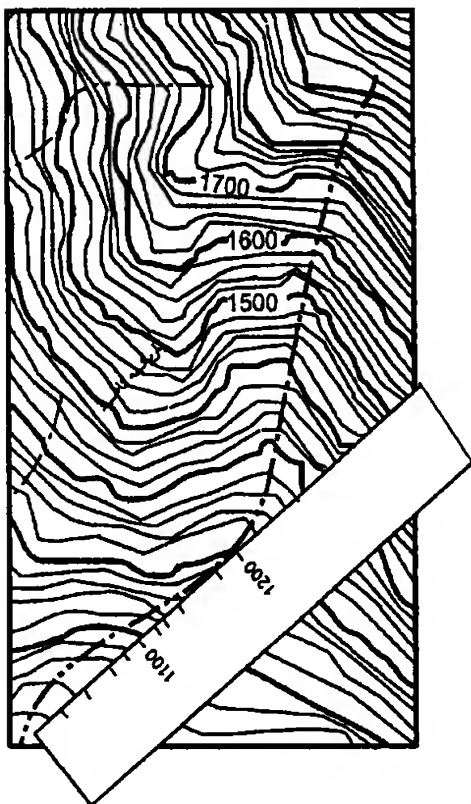
یکی از زمینه‌های کاربردی  
نیمرخ، ترسیم نیمرخ آبراهه در  
حوضه‌های آبخیز است.  
همچنین در نقشه‌های  
زمین‌شناسی یا ژئومورفولوژی،  
نیمرخها را به صورت منحنی و  
یا شکسته ترسیم می‌نمایند.  
اصول ترسیم با روش ذکر شده  
یکسان است. فقط باید لبه نوار  
کاغذی همزمان با انحنای مسیر



نیمرخ حرکت داده شود و ارتفاع منحنی‌ها بصورت تکه تکه برداشت گردد (تصویر شماره ۱۸-۱۲).

#### - اندازه‌گیری فاصله از روی نیمرخ

نقشه، یک تصویر افقی است. بنابراین فاصله‌ها و مسافت‌ها را در یک امتداد کاملاً افقی به دست می‌دهد. چنانچه بخواهیم فاصله دو نقطه را در راستای توپوگرافی منطقه اندازه‌گیری نماییم، ساده‌ترین روش، ترسیم یک نیمرخ از آن مسیر در مقیاس ارتفاعی واقعی است و سپس اندازه‌گیری طول منحنی نیمرخ با استفاده از دستگاه کورویمتر و سایر روشهای اندازه‌گیری فاصله است (درس ۵ را نگاه کنید).  
تصویر شماره ۱۸-۱۲



#### - نکات قابل اهمیت در ترسیم

##### نیمرخ

- در انتقال نقاط به لبه کاغذ، در سطوحی که شیب یکنواخت و به عبارتی فاصله منحنی‌های تراز یکسان است، علامت زدن محل برخورد تمام منحنی‌ها به لبه کاغذ لازم نیست، بلکه فقط تغییر شیب‌ها باید علامت زده شوند.

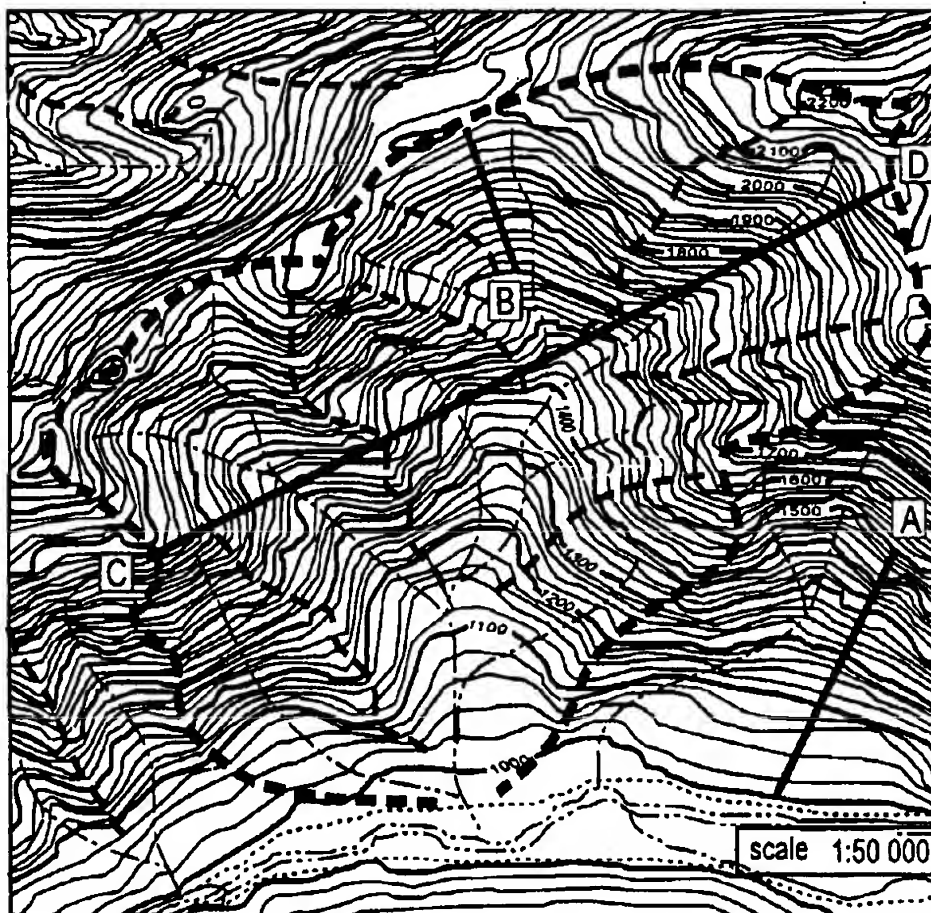
- رأس قله‌ها و گودی خط القعرها و نیز ارتفاع هر کدام، باید به تقریب مشخص شده و روی نیمرخ انتقال داده شود.

- امتداد نیمرخ باید با توجه به هدف تعیین گردد، یا در شرایط عمومی باید عمود بر عارضه باشد، و بهتر است از خطوط بیشترین شیب پیروی نماید.

### تمرین

- ۱- با توجه به نقشه شماره ۱۹-۱۲ شیب نسبی، درصد شیب و زاویه شیب امتدادهای A و B را به دست آورید.
- ۲- شیب متوسط حوضه آبخیز نقشه را در یک امتداد مستقیم و نیز در امتداد آبراهه اصلی، از سرچشمه تا خروجی حوضه به دست آورده و با هم مقایسه کنید.
- ۳- نیمرخ آبراهه اصلی حوضه و نیمرخ طولی حوضه را در یک محور مختصات مشترک ترسیم نموده و آن دو را مقایسه کنید.
- ۴- نیمرخ توپوگرافی امتداد C - D را در دو مقیاس ارتفاعی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ ترسیم نموده و سپس طول مسیر را از روی نیمرخ با استفاده از کوریومتر اندازه گیری نموده و با نقشه مقایسه کنید.

نقشه شماره ۱۹-۱۲



## شبکه‌های قائم الزاویه

### - شبکه‌های قائم الزاویه مسطح

برای اینکه بتوان مختصات جغرافیایی و موقعیت یک نقطه را از طریق واحدهای اندازه‌گیری، نظیر متر و اینچ به دست آورد، از شبکه‌های قائم الزاویه استفاده می‌گردد. همچنین، این شبکه بندی می‌تواند نقشه‌های بزرگ مقیاس را در سطح جهانی طبقه بندی و اندکس نماید. شبکه‌های قائم الزاویه انواع مختلفی دارد که عبارت از شبکه محلی، شبکه ملی، شبکه منطقه‌ای و شبکه جهانی می‌باشند و به ترتیب از مقیاسهای بزرگ تا کوچک، نامگذاری می‌گردند. در تمام این شبکه‌ها، نامگذاری محوره‌های اصلی شبکه انتخابی و قراردادی است و این محورها با توجه به مقیاس نقشه و کاربرد آن به فاصله یک، ده یا صد کیلومتری ترسیم می‌شوند. ویژگی مشترک آنها آن است که محورها در شبکه، همدیگر را بطور عمود و با یک زاویه ۹۰ درجه قطع می‌کنند. مهم‌ترین آنها شبکه‌های قائم الزاویه UTM و UPS و شبکه جهانی ژنورف است.

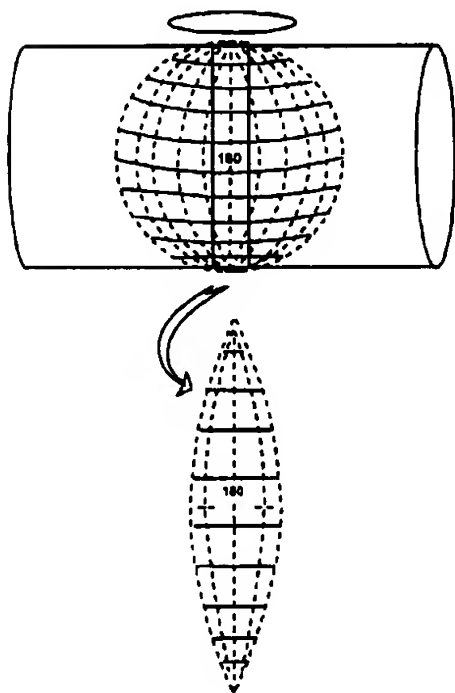
### - سیستم شبکه U.T.M.<sup>(۱)</sup>

زیربنای شبکه U.T.M، تیپ تعدیل شده سیستم تصویر مرکاتور معکوس است (درس ۶ را بخوانید). در این سیستم، بطور مفروض، استوانه به صورت معکوس و افقی روی کره قرار می‌گیرد، به گونه‌ای که با دو نصف النهار مماس گردد (تصویر شماره ۱-۱۳). در این سیستم، ۶۰ نصف النهار با فاصله ۶ درجه در نظر گرفته می‌شود و با هر چرخش کره در داخل استوانه و مماس نمودن آن با یک نصف النهار، یک قاچ تهیه می‌گردد. بنابراین، برای کل جهان ۶۰ قاچ ۶ درجه‌ای تهیه می‌گردد. تصویر شماره

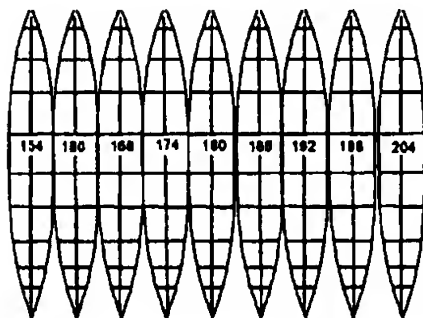
۱- U.T.M= Universal Transverse Mercator

۱۳-۲ تعدادی از قاچ‌های تهیه شده را نشان می‌دهد. شروع مختصات از نصف النهار ۱۸۰ درجه به سمت شرق می‌باشد. در این سیستم، نصف النهار مرکزی هر قاچ و خط استوا، بصورت خط مستقیم و عمود برهم می‌باشند.

تصویر ۱-۱۳



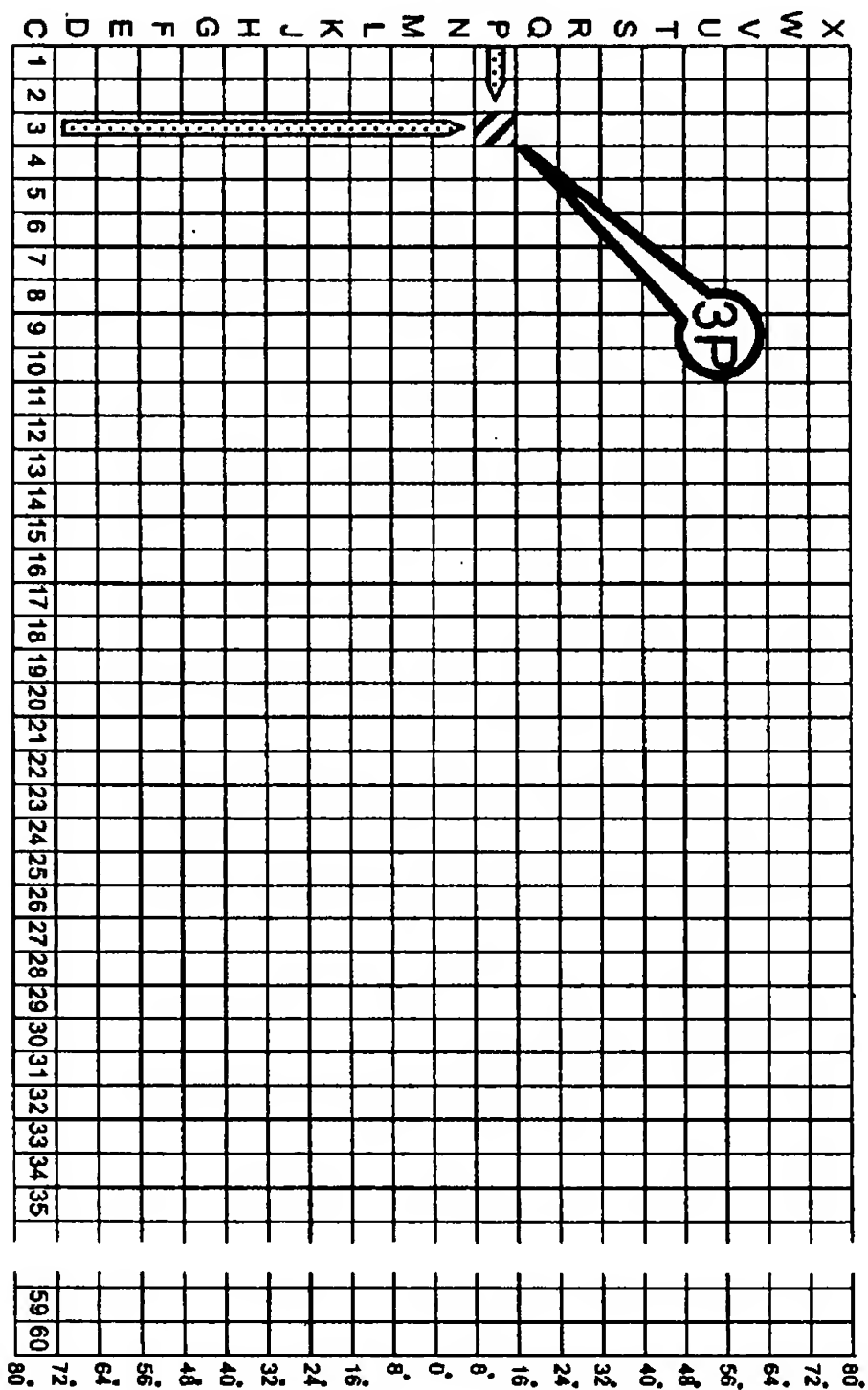
نقشه ۲-۱۳



برای سهولت در تعیین موقعیت و بیان نقاط، این سیستم تعدیل پیدا کرده است که تیپ تکمیل شده آن را شبکه نظامی U.T.M می‌گویند. در این سیستم، قاچ‌های ۶ درجه‌ای از یک تا ۶۰، نامگذاری شده است (تصویر ۳-۱۳). هر قاچ نیز از مدار ۸۰ درجه جنوبی تا ۸۰ درجه شمالی به قطعات ۸ درجه‌ای تقسیم شده است که آنها نیز با حروف الفبای لاتین از C تا X (منهای حروف I و O<sup>(۱)</sup>) از جنوب به شمال، نامگذاری شده است. بدین ترتیب تمامی نقشه کره زمین، به ۱۲۰۰ قطعه تقسیم شده که هر یک از آن قطعات را یک منطقه شبکه بندی<sup>(۲)</sup> می‌گویند. هر منطقه شبکه بندی، با یک عدد و یک حرف لاتین مشخص می‌شود. ابعاد این منطقه ۶×۸ درجه است (حدود ۶۰۰ × ۹۰۰ کیلومتر).

۱- برای جلوگیری از خطا حروف I و O حذف شده است. زیرا حروف O شبیه نمره صفر و حروف I شبیه عدد ۱ در زبان انگلیسی است.

تصویر شماره ۱۳-۳

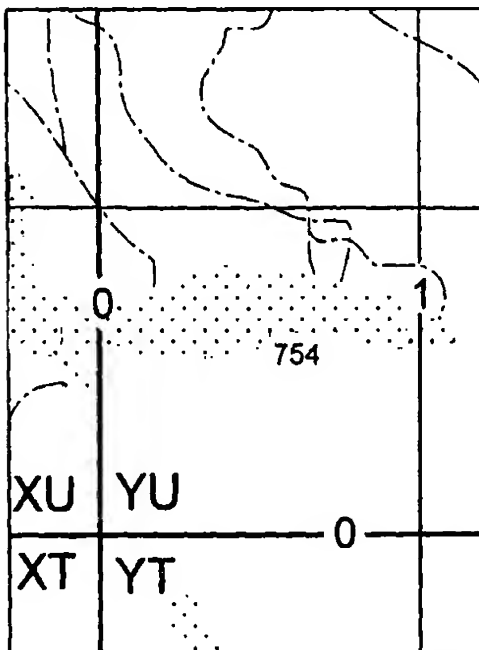


تصویر شماره ۱۳-۴

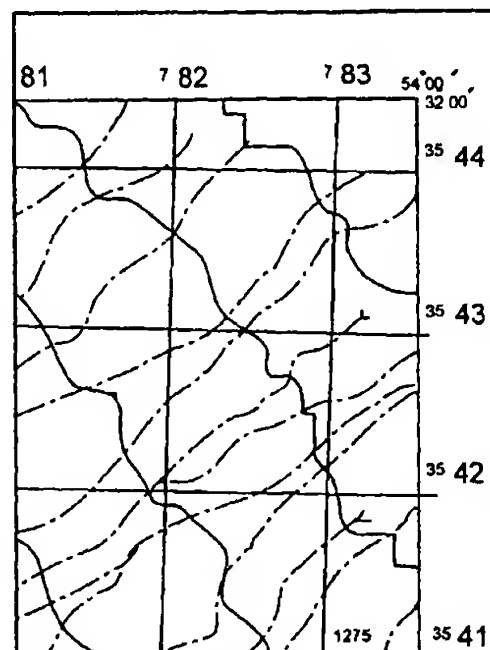
KC	LC	MC	NC	PC	QC	TC	UC	VC	WC	XC	YC
KB	LB	MB	NB	PB	QB	TS	US	VS	WS	XS	YS
KA	LA	MA	NA	PA	QA	TR	UR	VR	WR	XR	YR
KV	LV	MV	NV	PV	QV	TQ	UQ	VQ	WQ	XQ	YQ
KU	LU	MU	NU	PU	QU	TP	UP	VP	WP	XP	YP
KT	LT	MT	NT	PT	QT	TN	UN	VN	WN	XN	YN
KS	LS	MS	NS	PS	QS	TM	UM	VM	WM	XM	YM
KR	LR	MR	NR	PR	QR	TL	UL	VL	WL	XL	YL
KQ	LQ	MQ	NQ	PQ	QQ	TK	UK	VK	WK	XK	YK
KP	LP	MP	NP	PP	QP	TJ	UJ	VJ	WJ	XJ	YJ
KN	LN	MN	NN	PN	QN	TH	UH	VH	WH	XH	YH
KM	LM	MM	NM	PM	QM	TG	UG	VG	WG	XG	YG
KL	LL	ML	NL	PL	QL	TF	UF	VF	WF	XF	YF
KK	LK	MK	NK	PK	QK	TE	UE	VE	WE	XE	YE
KJ	LJ	MJ	NJ	PJ	QJ	TD	UD	VD	WD	XD	YD
KH	LH	MH	NH	PH	QH	TC	UC	VC	WC	XC	YC
KG	LG	MG	NG	PG	QG	TB	UB	VB	WB	XB	YB
KF	LF	MF	NF	PF	QF	TA	UA	VA	WA	XA	YA

به دلیل کوچک مقیاس بودن مناطق شبکه بندی شده، آنها را مجدداً به مربع های ۱۰۰ کیلومتری تقسیم می کنند (تصویر شماره ۱۳-۴) و هر یک از مربع های ۱۰۰ کیلومتری نیز با دو حرف لاتین نامگذاری شده است. تصویر شماره ۱۳-۴ در واقع تصویر بزرگ شده شبکه منطقه ای ۳P است که توسط دو حرف لاتین، به شبکه های ۱۰۰ کیلومتری تقسیم شده است. دو حرف لاتین به ترتیب ستون و سطر مرتب شده اند. برای مثال، شبکه ۱۰۰ کیلومتری WN به صورت پررنگ تر در بین سایر شبکه ها دیده می شود.

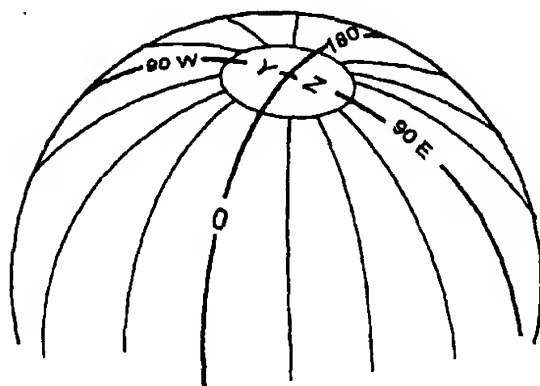
تصویر شماره ۱۳-۶



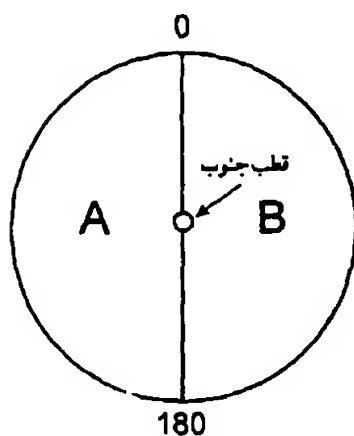
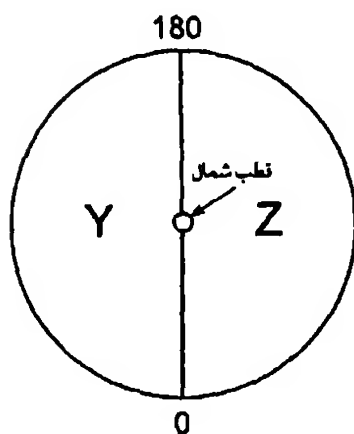
تصویر شماره ۱۳-۵



تصویر ۷-۱۳



تصویر ۸-۱۳



در روی نقشه‌های  
۱:۲۵۰۰۰۰ پوشش سراسری  
ایران، خطوط شبکه U.T.M به  
رنگ آبی ترسیم شده‌اند. ابعاد  
آنها در شبکه محلی ۱۰  
کیلومتری است که با اعداد، از  
صفر تا ۹ شماره گذاری شده‌اند.  
تصویر شماره ۶-۱۳ قسمتی از  
این نقشه و نحوه طبقه‌بندی آن را  
نشان می‌دهد.

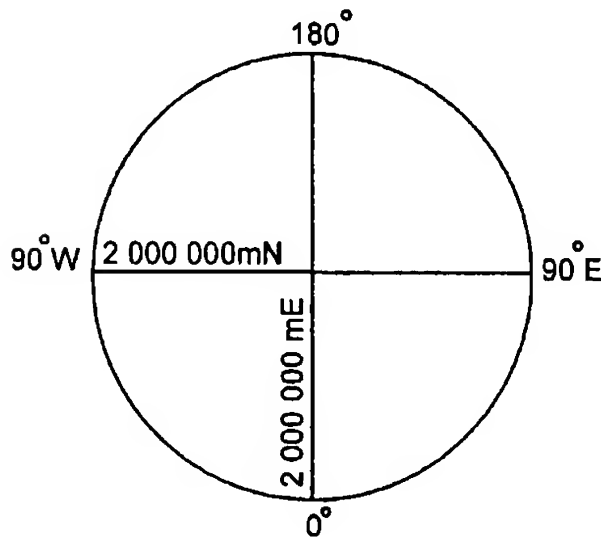
در تعدادی از نقشه‌های مقیاس ۱:۵۰۰۰۰  
ایران که برای اهداف نظامی تهیه شده‌اند، ابعاد  
شبکه U.T.M یک کیلومتری است (نقشه  
شماره ۵-۱۳).

### شبکه U.P.S

این شبکه، در واقع مکمل شبکه U.T.M  
می‌باشد. برای مناطق بالای عرضهای ۸۰ درجه  
شمالی و جنوبی تا قطبها، یعنی آن قسمت از کره  
زمین که شبکه U.T.M آن را پوشش نمی‌دهد،  
از شبکه U.P.S استفاده می‌شود. زیر بنای این  
شبکه، سیستم تصویر مستوی استرئوگرافیک  
تعدیل شده قطبی است (درس ۶ را نگاه کنید).  
محورهای اصلی شبکه، نصف النهار ۱۸۰  
درجه و صفر درجه (محور قائم) و نصف النهار  
۹۰ درجه شرقی و غربی است (تصویر ۷-۱۳).

این دو امتداد در روی شبکه عمود بر یکدیگرند. براین اساس، برای قطبهای شمالی و جنوبی، دو شبکه ترسیم می‌گردد و با حروف Z و Y برای قطب شمال و A و B برای قطب جنوب نامگذاری می‌گردند. در واقع چهار حرف ذکر شده باقیمانده حروف شبکه U.T.M می‌باشند (تصویر شماره ۱۸-۱۳).

در این شبکه نیز خطوطی به فاصله ۱۰۰ کیلومتر، شبکه متعامدی تشکیل می‌دهد. برای اجتناب از مختصات منفی، محور شمالی - جنوبی (نصف النهار گرینویچ و ۱۸۰ درجه) دارای رقم ۲۰۰۰۰۰۰ متر است (تصویر ۱۹-۱۳)، که به سمت مشرق به آن اضافه شده و به سمت غرب از آن کاسته می‌گردد. همچنین محور شرقی - غربی (۹۰ درجه شرقی و ۹۰ درجه غربی) نیز دارای مختصات



۲۰۰۰۰۰۰ متر است که به سمت شمال به آن افزوده شده و به سمت جنوب از آن کم می‌شود.

مختصات ذکر شده برای شبکه شمالی است و برای شبکه قطب جنوب نیز به همین ترتیب عمل می‌گردد. در این شبکه، مربع‌های

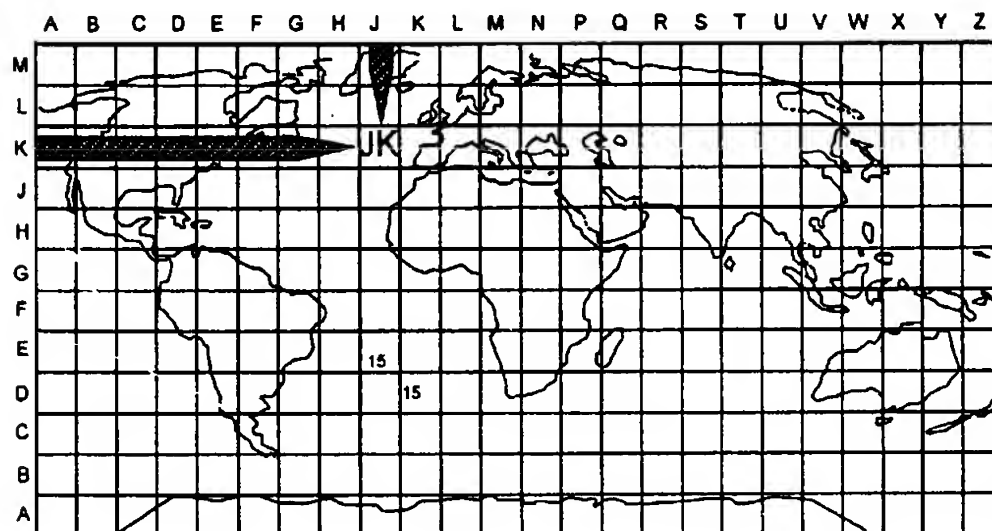
صدکیلومتری با دو حرف و موقعیت هر نقطه در آن از ضلع غربی و جنوبی این مربع با اعداد نشان داده می‌شود. بنابراین، موقعیت هر نقطه در شبکه U.P.S با سه حرف و ۴ عدد (با تقریب یک کیلومتر)، و یا شش عدد (با تقریب ۱۰۰ متر) قابل بیان است که در آن اولین حرف از سمت چپ منطقه و دو حرف بعدی مربع ۱۰۰ کیلومتری و نصف ارقام، فاصله از ضلع غربی و نصف دیگر ارقام، فاصله از ضلع جنوبی را نشان خواهد داد.



### - شبکه جهانی ژئورف<sup>(۱)</sup>

در این سیستم، کره زمین با رسم مدارات و نصف النهارات به فاصله ۱۵ درجه، به ۱۲ زون و ۲۴ قاچ تقسیم می‌شود که مجموعاً ۲۸۸ چهار گوش ۱۵×۱۵ درجه بدست می‌آید (تصویر ۱۰-۱۳). زون‌ها با شروع از قطب جنوب بوسیله حروف لاتین از A تا M (با حذف حروف I و O) از جنوب به شمال نامگذاری شده است. ستون‌ها (قاچ‌ها) نیز به همین ترتیب با شروع از نصف النهار ۱۸۰ درجه بطرف شرق نامگذاری شده است. در تصویر شماره ۱۰-۱۳ شبکه جهانی ژئورف دیده می‌شود که برای نمونه شبکه JK مشخص گردیده است.

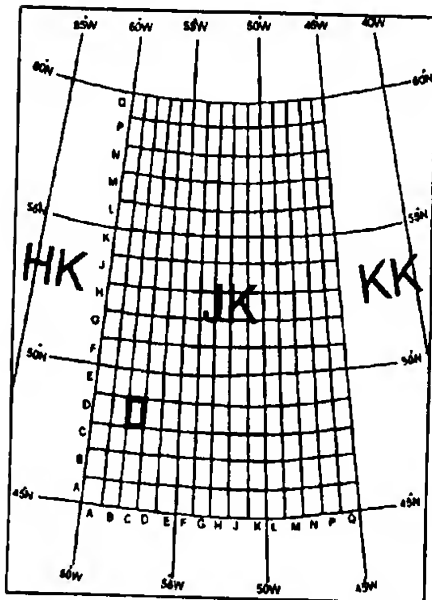
تصویر ۱۰-۱۳ شبکه جهانی ژئورف



در مقیاس بزرگتر، هر یک از چهارگوشه‌های ۱۵×۱۵ درجه‌ای با رسم مدارات و نصف النهارات به فاصله یک درجه، به ۲۲۵ چهارگوش ۱×۱ درجه‌ای تقسیم شده است. (۱۵×۱۵=۲۲۵) نامگذاری از گوشه سمت چپ و پائین شبکه، با حروف A تا Q انجام می‌گیرد. تصویر ۱۱-۱۳ شبکه یک درجه‌ای ژئورف را از شبکه ۱۵ درجه JK نشان می‌دهد. در این شبکه نیز، یک شبکه یک درجه‌ای تحت نام DC مشخص گردیده است.

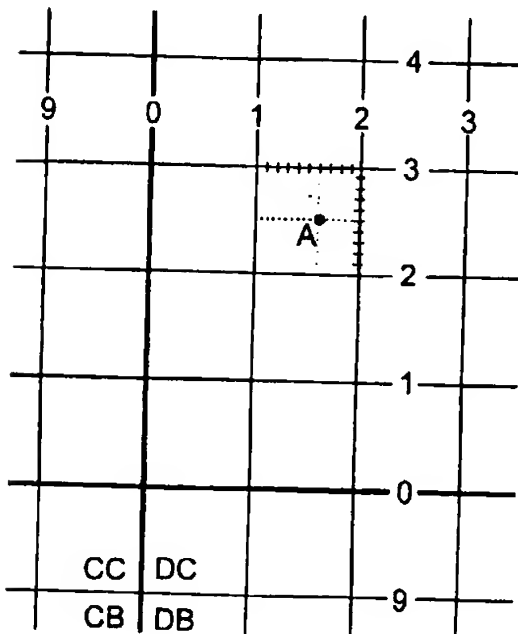
در سومین مرحله، برای تبدیل شبکه یک درجه‌ای به مقیاس بزرگتر، هر یک از چهار

تصویر شماره ۱۱-۱۳



گوشه‌های یک درجه‌ای ( $1 \times 1$  درجه) در جهت طولی و عرضی به ۶۰ قسمت یک دقیقه‌ای تقسیم شده است و موقعیت هر چهارگوش یک دقیقه‌ای به وسیله یک عدد چهار رقمی مشخص شده است که دو رقم اول فاصله آن را از محور سمت چپ و دو رقم بعدی، فاصله چهارگوش را از محور زیرین نشان می‌دهد. در تصویر شماره ۱۲-۱۳ موقعیت نقطه A در شبکه یک دقیقه‌ای ژنورف، عبارت است از JKDC1625 که به ترتیب JK نام شبکه ۱۵ درجه‌ای است و DC نام شبکه یک درجه‌ای ۱۶ موقعیت نقطه از ستون سمت چپ شبکه یک دقیقه‌ای و در آخر عدد 25 موقعیت نقطه از سطر پایین یک دقیقه‌ای نشان می‌دهد.

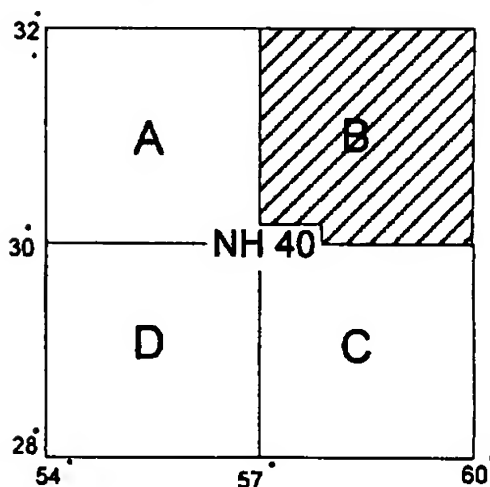
تصویر شماره ۱۲-۱۳



- راهنمای طبقه‌بندی  
نقشه‌های بزرگ مقیاس  
(اندکس<sup>(۱)</sup>)

عموماً برای سهولت دستیابی به نقشه‌های پوشش سراسری و اتصال آنها به یکدیگر به صورت موزائیک، آنها را شماره گذاری و طبقه بندی می‌نمایند. ترتیب شماره گذاری این نقشه‌ها معمولاً به صورت ستون و سطر است.

تصویر شماره ۱۳-۱۳ قسمتی از اندکس نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰۰ را نشان می‌دهد، در تصویر شماره ۱۳-۱۳



تصویر شماره ۱۳-۱۴

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

این تصویر، موقعیت نقشه تعیین شده NH-40-B می‌باشد. یا ترتیب شماره گذاری در نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ توپوگرافی در تصویر شماره ۱۳-۱۴ نشان داده شده است، در این تصویر، موقعیت نقشه علامت زده شده NH-40-8 می‌باشد.

- روش بدست آوردن یک نقشه

از طریق اندکس

تصویر شماره ۱۵-۱۳ قسمتی از اندکس نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ پوشش سراسری ایران را نشان می‌دهد. پهنه ایران را حدود ۱۳۴ برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ پوشش می‌دهد. بنابراین، به دست آوردن نقشه یک موقعیت کوچک، نظیر یک روستا از میان این تعداد بسیار مشکل و بسیار وقت گیر است. مخصوصاً در نقشه‌های مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ که تعداد آنها بیش از ۳۰۰۰ برگ می‌باشد. در صورتی که با استفاده از

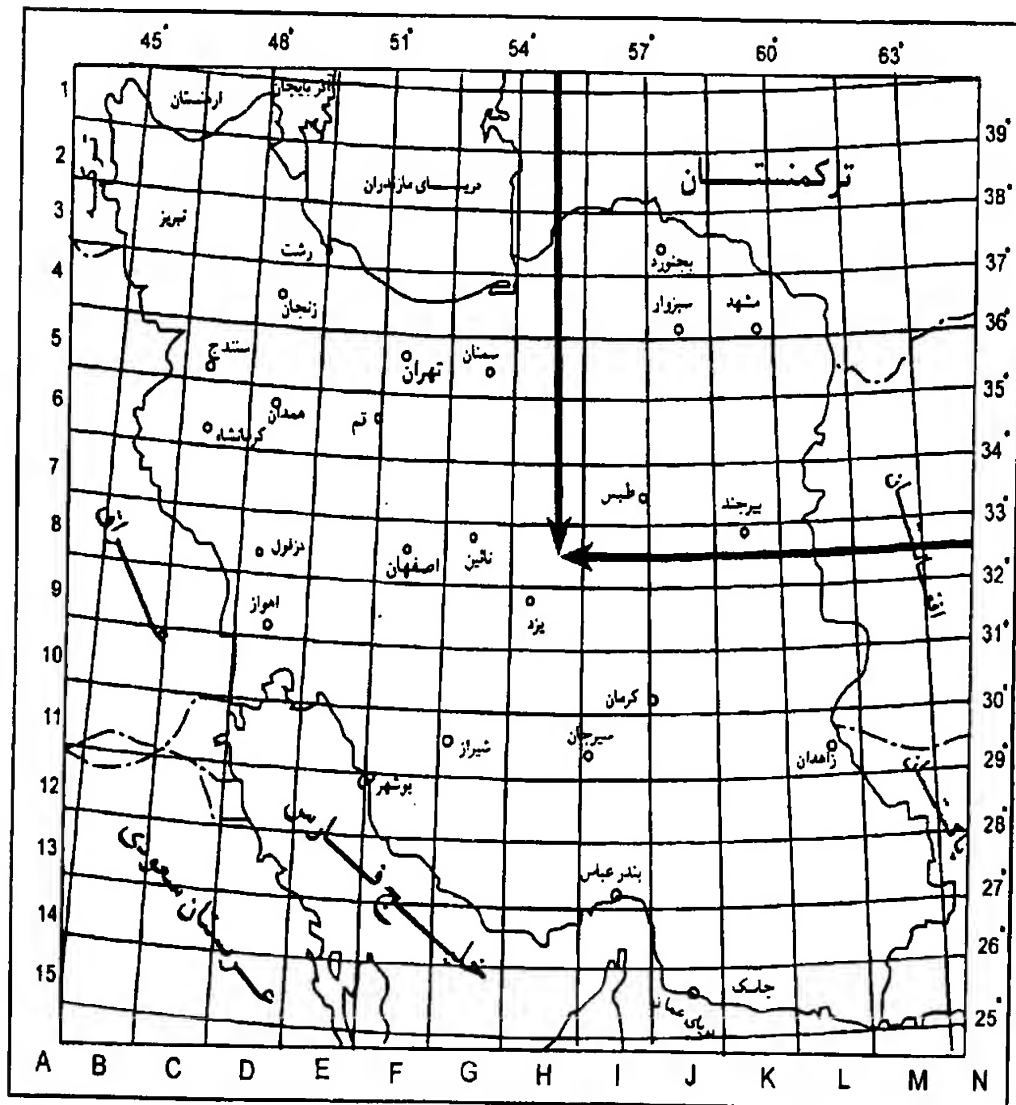
اندکس می‌توان به‌سہولت و ظرف مدت کوتاهی نقشه مورد نظر را به دست آورد.

- روش کار

برای مثال، ما نیازمند نقشه مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ شهر خور هستیم و چون مقیاس اندکس بسیار کوچک است و نام تمام آبادیها روی آن نوشته نشده است، بنابراین،

مختصات شهر خور را از نقشه دیگری به دست می‌آوریم (طول ۵۵ درجه و عرض ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه). سپس مختصات مذکور را در روی اندکس انتقال داده و نقطه موقعیت شهر خور را در روی اندکس مشخص می‌کنیم. در نهایت، شماره نقشه‌ای که مختصات با آن انطباق دارد به دست می‌آوریم. تصویر ۱۳-۱۵ موقعیت نقشه مذکور را در اندکس نشان می‌دهد.

تصویر شماره ۱۳-۱۵



1126 I	1126 II	1228 I
1126 IV	1126 III	1226 IV
1127 I	1127 II	1227 I

### - راهنمای اتصال نقشه‌ها

یکی از اطلاعات حاشیه‌ای نقشه‌های پوشش سراسری اندکس کوچکی است که در حاشیه نقشه‌ها ترسیم شده است. همان گونه که در تصویر شماره ۱۶-۱۳ دیده می‌شود، نقشه‌ای که اندکس در جاشیه آن قرار دارد، در وسط راهنما قرار گرفته و بصورت پررنگ‌تر مشخص گردیده است. براساس این راهنما می‌توان، شماره نقشه‌های پیرامون را به راحتی بدست آورد.

### - فتواندکس

برای یافتن عکس‌های مورد نیاز، از میان تعداد بیشماری از عکسهای هوایی، از فتواندکس استفاده می‌شود. در فتواندکس‌ها نیز، همانند اندکس نقشه‌های پوشش سراسری عمل می‌شود. یعنی ابتدا، مختصات نقطه مورد نظر را بدست آورده و سپس روی فتواندکس انتقال می‌دهند و در نهایت شماره عکس مورد نظر را به دست می‌آورند. در فتواندکس‌ها ردیف و شماره عکسها در مقیاس کوچکتر و طبق ردیف پرواز به صورت ROLL مشخص شده است.

### تمرین

۱- یک نقشه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ از ردیف نقشه‌های توپوگرافی پوشش سراسری ایران را تهیه نمایید. سپس مختصات چندین نقطه را در روی آن با توجه به راهنمای مختصات U.T.M در حاشیه نقشه به دست آورید.

۲- موقعیت مختصات زیر را به ترتیب در شبکه‌های جهانی بدست آورید.

2PMU3327 در شبکه U.T.M

DDNQ2254 در شبکه ژئورف

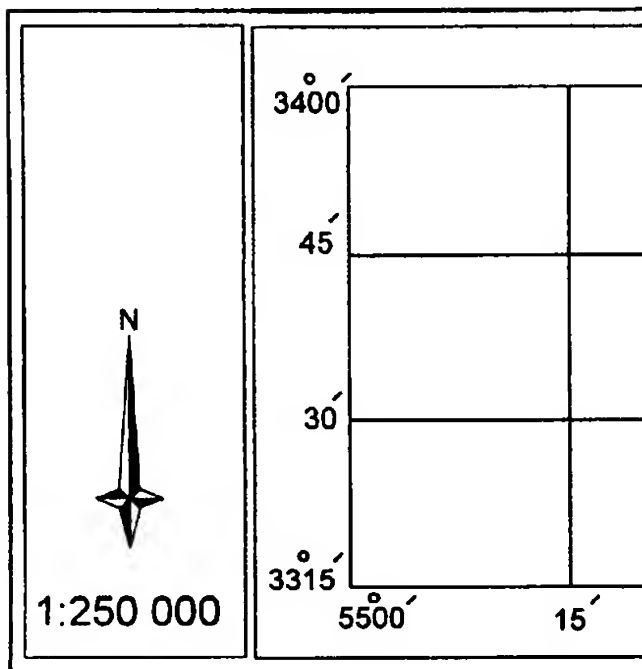
۳- اندکس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ توپوگرافی را تهیه نمایید. سپس براساس مختصات جغرافیایی شهر شیراز، اصفهان و کرمان، شماره نقشه‌های مذکور را به دست آورید. سپس شماره نقشه‌های مجاور آنها را کنترل کنید. همچنین، همین مراحل را برای چند آبادی کوچکتر امتحان نمایید.

## نقشه خوانی میدانی

### - استفاده از نقشه در روی زمین

نقشه به عنوان مهمترین ابزار، در زمینه مطالعات جغرافیایی به شمار می‌رود. در این میان نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، به عنوان کارآمدترین و تخصصی‌ترین نقشه‌ها، بویژه در کارهای میدانی می‌باشند. برای استفاده از این گروه از نقشه‌ها در روی زمین، نیازمند آگاهی کامل از روشهای توجیه این نقشه‌ها و نیز روشهای استفاده از ابزار جانبی برای انطباق نقشه با زمین یا انجام اندازه‌گیری‌های متفاوت در روی نقشه و زمین می‌باشیم.

تصویر شماره ۱-۱۴



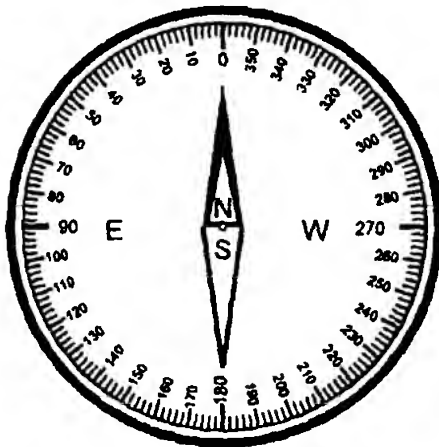
### - توجیه نقشه

توجیه نقشه در روی زمین، در واقع انطباق شمال نقشه با امتداد شمال در روی زمین می‌باشد. شمال نقشه عموماً با علامت توجیه در روی نقشه نشان داده شده است (تصویر شماره ۱-۱۴). در اکثر قریب به اتفاق نقشه‌های جغرافیایی، امتداد شمال

نقشه به سمت حاشیه بالای نقشه است. امتداد نصف النهارات نیز در روی نقشه، امتداد شمال را نشان می‌دهد. علاوه بر دانستن شمال نقشه برای توجیه نقشه، نیازمند دانستن جهت شمال در روی زمین می‌باشیم. جهت یابی در روی زمین، عموماً توسط قطب نما انجام می‌گیرد. در صورت نبودن قطب نما می‌توان از روشهای دیگر استفاده نمود. تصویر شماره ۲-۱۴

### - جهت یابی در روی زمین

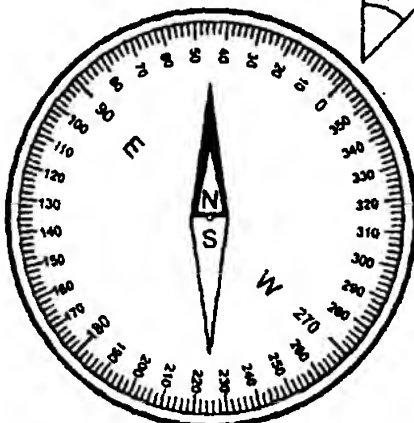
در کارهای میدانی، برای اهداف متفاوت از جمله بررسی موقعیتهای نسبی، تعیین ایستگاه، توجیه نقشه و ثبت موقعیتهای و مقایسه آنها و نیز در زمان انتقال اطلاعات جدید از روی زمین به روی نقشه و نظایر آن، پیدا کردن جهت شمال ضرورت پیدا می‌کند. روشهای متفاوتی وجود دارد که استفاده از قطب نما ساده‌ترین و در عین حال عمومی‌ترین روش به شمار می‌رود.



تصویر شماره ۳-۱۴

### - استفاده از قطب نما

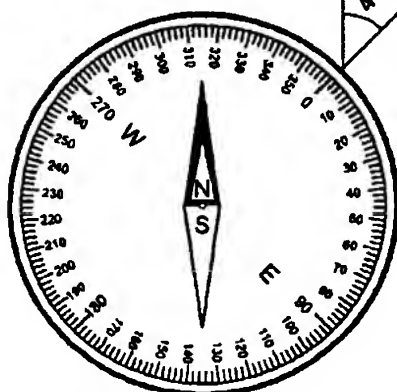
عقربه قطب نما (تصویر شماره ۲-۱۴) مغناطیسی است. بنابراین چنانچه در حالت آزاد و شناور قرار گیرد، قطب مثبت آن به سمت شمال می‌ایستد. پس با قرار دادن قطب نما به صورت کاملاً افقی، عقربه آن که در مرکز قطب نما در روی تکیه گاهی کوچک بصورت شناور قرار گرفته است، دوران می‌کند. معمولاً در کف



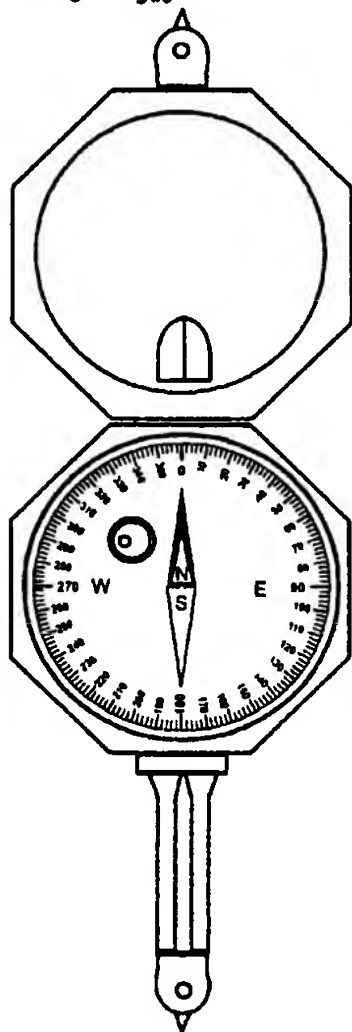
قطب نما و زیر عقربه آن یک نقاله قرار گرفته است (تصویر شماره ۲-۱۴). تقسیمات نقاله قطب نما معمولاً ۳۶۰ درجه‌ای است. در بعضی از قطب نماهای نظامی از واحد میلیم نیز استفاده می‌شود که براساس آن نقاله به ۴۶۰۰ میلیم تقسیم شده است.



نقشه خوانی میدانی / ۱۷۹  
تصویر شماره ۴-۱۴



تصویر شماره ۵-۱۴

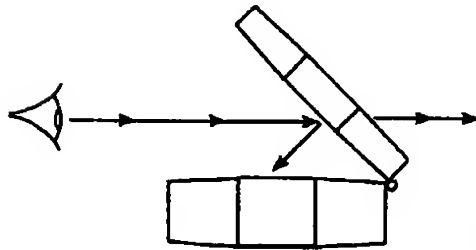
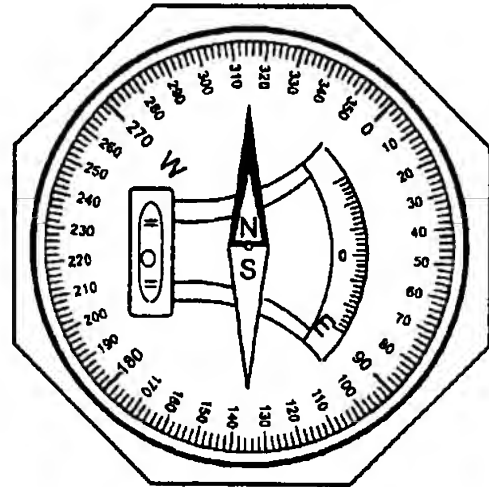


### - توجیه نقاله قطب نما

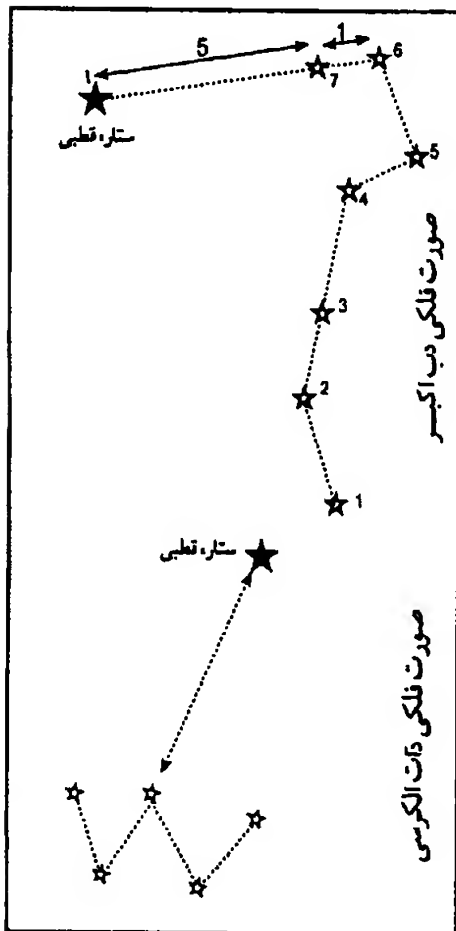
برای توجیه نقاله قطب نما باید آن قدر قطب نما را چرخاند تا صفر نقاله درست در زیر عقربه شمال قرار گیرد. در این حالت می توان با قرار دادن قطب نما روی نقطه مورد نظر در نقشه، آزمون نقاط پیرامون را به دست آورد. در بعضی از قطب نماها، درجه بندی نقاله قطب نما در جهت عکس عقربه های ساعت تنظیم شده است (تصویر شماره ۲-۱۴).

هدف آن است که زاویه امتداد مورد نظر بدون محاسبه و مستقیماً از روی قطب نما قرائت گردد. در تصویر شماره ۳-۱۴ آزمون نقطه مقابل عقربه شمال، نسبت به صفر نقاله ۴۵ درجه است. در صورتی که اگر نقاله معکوس نبود، عقربه آزمون ۳۱۵ درجه را نشان می داد. تصویر شماره ۴-۱۴ حالت دوم را نشان می دهد. در قطب نماهای پیشرفته تر، محفظه قطب نما توسط یک ماده نفتی جهت کند شدن نوسانات عقربه پر شده است. علاوه بر این عقربه و جهات اصلی به ماده شبرنگ آغشته شده است. این ماده امکان استفاده از قطب نما را در شب مقدور می سازد. در این قطب نماها، ابزار نظیر روزنه دید و تار مو، جهت اندازه گیری های دقیق تر نصب شده است. در بخش داخلی درپوش این قطب نماها، آینه ای نصب شده است که با تنظیم این درپوش در یک زاویه ۴۵ درجه، می توان با نگه داشتن قطب نما در مقابل چشم، همزمان هدف مقابل را از طریق تار مو و

روزنه دید و نیز نقاله قطب نما را از طریق آینه، قرائت نمود (تصویر  
تصویر شماره ۱۴-۷



تصویر شماره ۱۴-۸



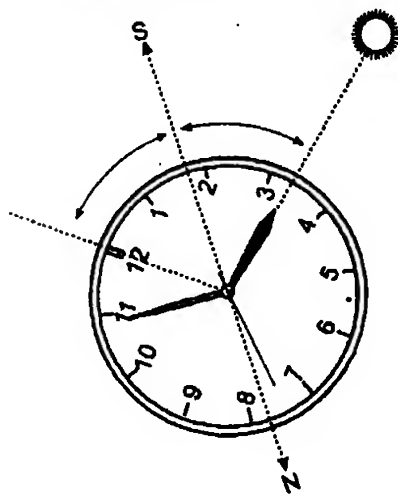
شماره ۱۴-۶.

در تعدادی از قطب نماها، علاوه بر نقاله  
که زوایای افقی را اندازه گیری می کند یک  
تراز لوله ای در کف قطب نما نصب شده  
است که به وسیله آن می توان، زوایای  
عمودی و درصد شیب سطوح را  
اندازه گیری نمود. تصویر شماره ۱۴-۷  
شیب سنج قطب نما را نشان می دهد.

- تعیین جهت شمال با استفاده از  
ستارگان

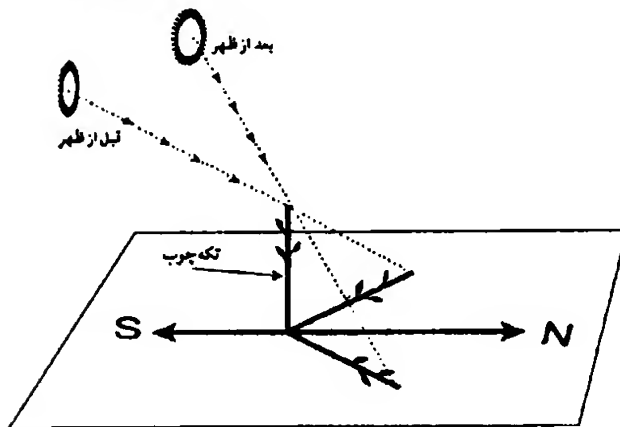
ستاره قطبی در نیمکره شمالی، تقریباً در  
امتداد محور کره زمین قرار دارد. بنابراین  
چنانچه در شب بتوانیم ستاره قطبی را پیدا  
کنیم، در واقع امتداد شمال حقیقی را پیدا

کرده ایم. برای پیدا کردن ستاره قطبی از صورت فلکی دب اکبر استفاده می شود. همان گونه که در تصویر شماره ۸-۱۴ دیده می شود، صورت فلکی دب اکبر از ۷ ستاره تشکیل شده است که شکلی شبیه ملاقه دارند. اگر فاصله دو ستاره قرار گرفته در محل آبریز ملاقه (دب اکبر) را چهار برابر کنیم، ستاره قطبی را خواهیم یافت. علاوه بر این صورت فلکی ذات الکرسی که درست مقابل صورت فلکی دب اکبر قرار دارد نیز می تواند در یافتن ستاره قطبی کمک نماید. همان گونه که در تصویر دیده می شود. صورت فلکی ذات الکرسی از ۵ ستاره تشکیل شده است و شبیه حرف انگلیسی W است. ستاره قطبی تقریباً در مقابل ستاره وسط قرار گرفته است. (۱) تصویر شماره ۹-۱۴



- تعیین جهت شمال با استفاده از ساعت  
همان گونه که در تصویر شماره ۹-۱۴ دیده می شود، اگر عقربه ساعت شمار را درست مقابل خورشید قرار دهیم، نیمساز زاویه بین عقربه ساعت گرد و امتداد عدد ساعت ۱۲ جهت جنوب را نشان می دهد و بدیهی است جهت مقابل آن امتداد شمال را مشخص می نماید.

تصویر شماره ۱۰-۱۴



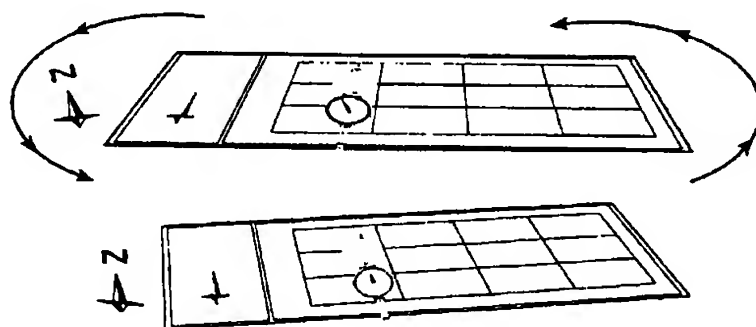
- تعیین امتداد نصف النهار

همان گونه که در تصویر شماره ۱۰-۱۴ دیده می شود، اگر یک تکه چوب یا مدادی را در یک سطح

۱- علاوه بر روشهای ذکر شده با استفاده از ماه نیز می توان امتداد تقریبی شمال را بدست آورد. در نیمه اول ماه قمری برآمدگی ماه به سمت مغرب و در نیمه دوم به سمت مشرق است بدیهی است با دانستن امتداد مشرق مغرب امتداد شمال مشخص می گردد.

افقی نصب کنیم، سپس موقعیت سایه آنرا در دو نوبت قبل از ظهر و بعد از ظهر ثبت نماییم. نیمساز زاویه بین دو سایه، می تواند امتداد نصف النهار و شمال جغرافیایی را به ما نشان دهد.

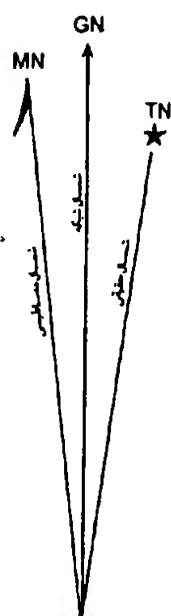
تصویر شماره ۱۱-۱۴



### - توجیه نقشه با قطب نما

برای انطباق شمال نقشه با امتداد شمال در روی زمین، مراحل زیر دنبال می شود.

تصویر شماره ۱۲-۱۴



الف) ابتدا نقشه را در روی زمین بصورت کاملاً افقی قرار می دهیم.

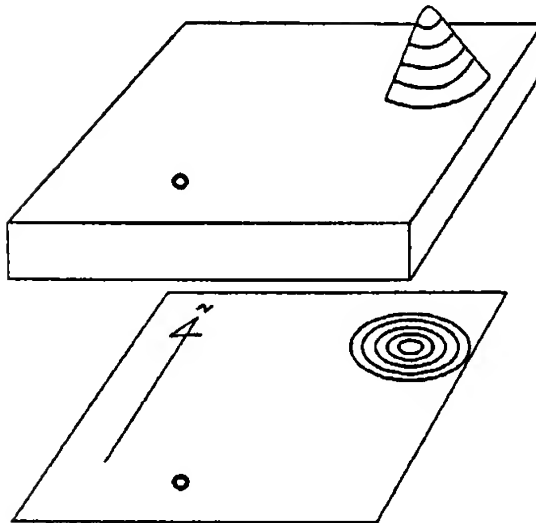
ب) قطب نما را درست به موازات یک نصف النهار قرار می دهیم.

ج) آنقدر نقشه را می چرخانیم تا عقربه شمال قطب نما، درست در امتداد و به موازات نصف النهار قرار گیرد. در این حالت نقشه با شمال مغناطیسی کاملاً توجیه شده است.

نکته قابل توجه این است که، شمال مغناطیسی نسبت به شمال حقیقی انحراف دارد (به درس ۳ مراجعه کنید). در مواردی که نیاز به دقت زیاد باشد، مثل پاره ای از اهداف نظامی در حاشیه نقشه سه فلش ترسیم شده است. هر فلش

امتداد یکی از ۳ شمال را نشان می دهد. برای توجیه نقشه در هر یک از ۳ جهت نمای

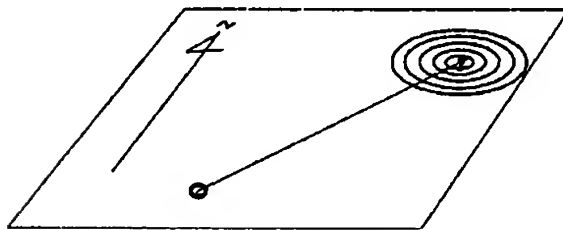
فوق، به جای اینکه قطب نما در کنار نصف النهار قرار گیرد، در کنار فلش مورد نظر قرار داده می شود و سپس شمال نقشه با شمال حقیقی، شبکه یا شمال مغناطیسی توجیه می گردد (تصویر شماره ۱۲-۱۴).



- توجیه نقشه با استفاده از خط کش  
هنگامی که قطب نما در دسترس نباشد، می توان نقشه را با استفاده از خط کش توجیه امتدادی نمود. مراحل کار به شرح زیر است:

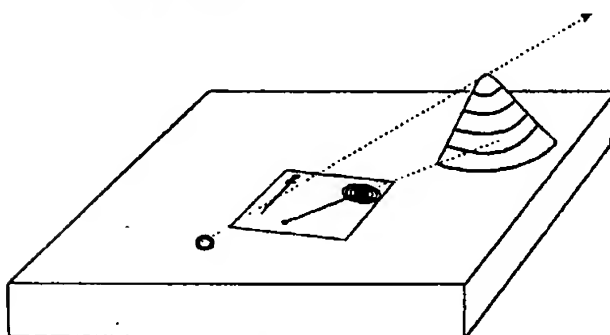
تصویر شماره ۱۴-۱۴

(۱) ابتدا لازم است یک نقطه شاخص مثل یک قله، تپه یا یک عارضه مشخص دیگری را در نظر گرفت. این عارضه باید هم روی نقشه ترسیم شده باشد و هم روی زمین دیده شود (تصویر شماره ۱۴-۱۳)



تصویر شماره ۱۴-۱۵

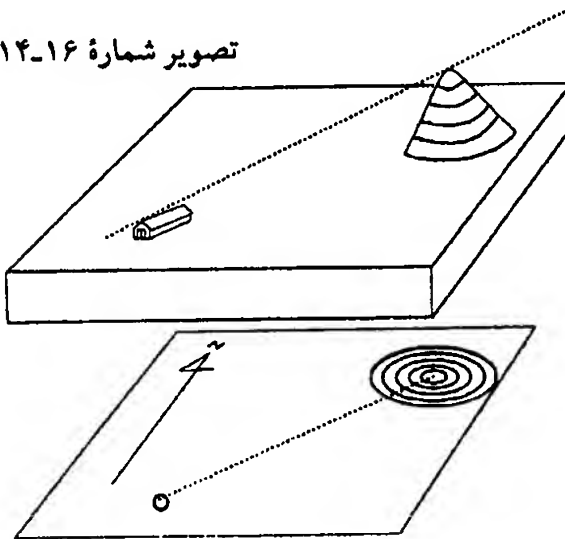
(۲) اگر موقعیت ایستگاه در روی نقشه معلوم باشد باید با استفاده از خط کش خطی از محل ایستگاه به سمت عارضه ترسیم نمود (نقشه شماره ۱۴-۱۴).



(۳) پس از ترسیم امتداد، باید آنقدر نقشه را چرخاند تا راستای امتداد ترسیم شده از

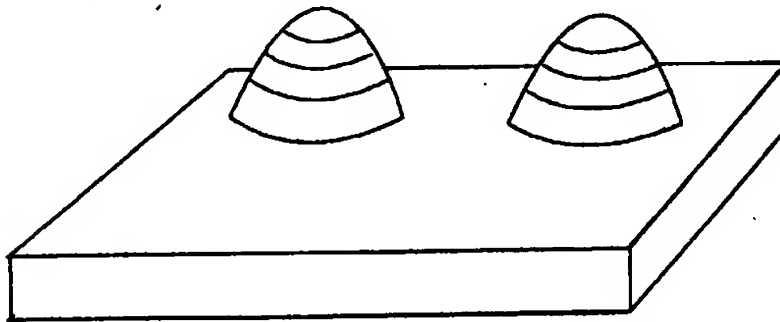
عارضه عبور کند و هر سه نقطه شامل ایستگاه، عارضه در روی نقشه و همان عارضه در روی زمین در یک امتداد قرار گیرند (تصویر شماره ۱۴ - ۱۵). در این مرحله، نقشه توجیه شده است و از این طریق، حتی می‌توان امتداد شمال را به آسانی پیدا نمود، زیرا امتداد نصف النهارات در حالت توجیه شده امتداد شمال را نشان می‌دهند.

تصویر شماره ۱۴-۱۶



۴) چنانچه موقعیت ایستگاه در روی نقشه معلوم نباشد، به جای یک نقطه باید از دو نقطه مشترک در روی زمین و نقشه همزمان استفاده نمود. به این ترتیب که، باید در محل یکی از آن نقاط مستقر گردید و سپس مراحل قبل را در توجیه تکرار نمود (تصویر شماره ۱۴ - ۱۶)

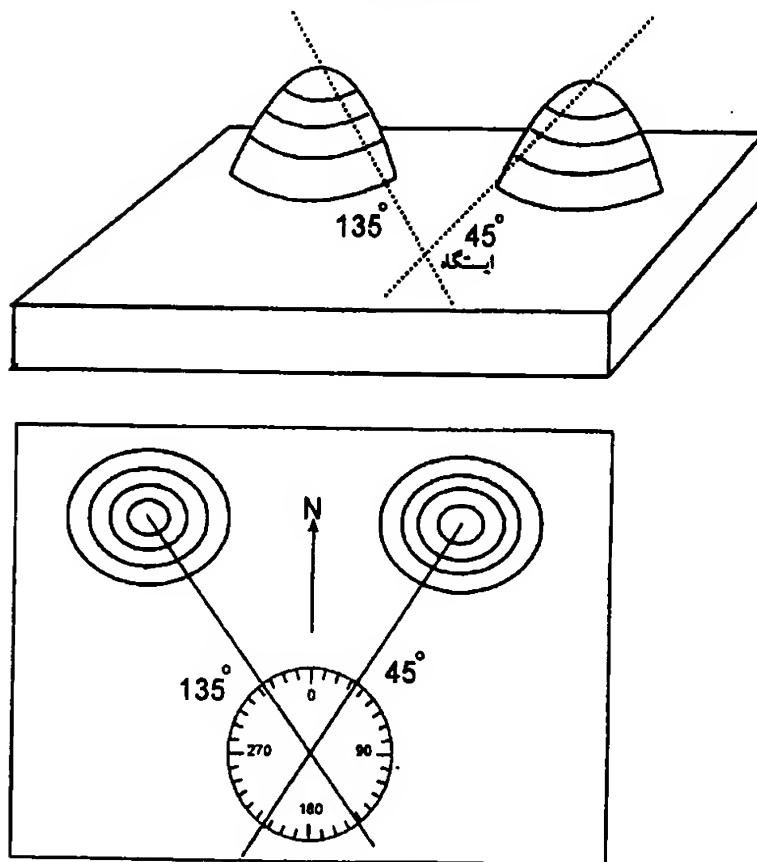
تصویر شماره ۱۴-۱۷



#### - تعیین موقعیت ایستگاه

در حین انجام کارهای میدانی، نیازمندیم موقعیت خود و محلی را که ایستاده‌ایم به عنوان ایستگاه در روی نقشه معلوم نماییم. این کار مخصوصاً در اراضی ناهموار قدری مشکل است. از طرفی در پاره‌ای موارد نیازمند تعیین موقعیت دقیق ایستگاه می‌باشیم. دو روش برای تعیین موقعیت ایستگاه وجود دارد.

تصویر شماره ۱۴-۱۸

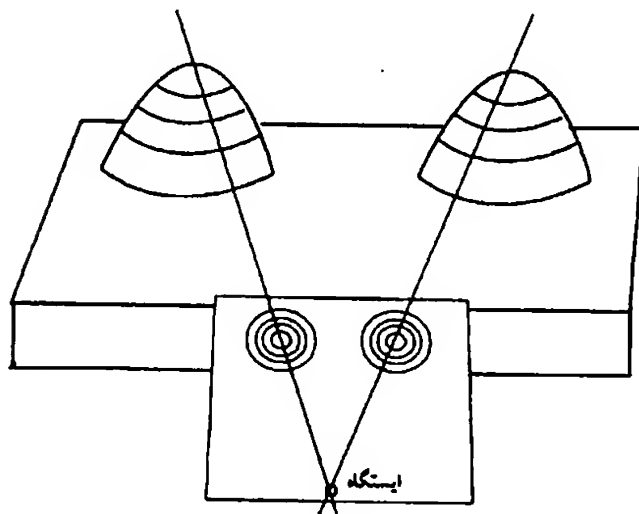


### - تعیین ایستگاه با استفاده از قطب نما

- ۱- ابتدا دو عارضه، نظیر دو قله را در روی نقشه و همزمان در روی زمین پیدا می‌کنیم (تصویر شماره ۱۴-۱۸).
- ۲- آزمون هر دو نقطه را در روی زمین به وسیله قطب نما اندازه‌گیری نموده و آزمون معکوس آنها را محاسبه می‌کنیم (تصویر شماره ۱۴-۱۸).
- ۳- توسط یک نقاله، امتداد آزمون معکوس آن دو نقطه را روی نقشه ترسیم می‌نماییم. محل تقاطع آن دو، امتداد موقعیت ایستگاه خواهد بود (تصویر شماره ۱۸-۱۴). یاد آوری می‌گردد که زوایای بر روی نقشه، بر مبنای صفر شمالی ترسیم می‌گردند.

- تعیین موقعیت ایستگاه بوسیله خط کش<sup>(۱)</sup>

تصویر شماره ۱۹-۱۴



در صورت نبودن قطب  
نما، مراحل زیر انجام  
می‌شود:

۱- ابتدا نقشه را توجیه  
می‌کنیم.

۲- دو نقطه مانند روش  
قبل تعیین می‌نماییم.

۳- خط کش را روی نقطه  
اول در نقشه قرار داده و  
آن قدر می‌چرخانیم تا  
امتداد خط کش

در مقابل نقطه نظیر آن در طبیعت قرار گیرد (تصویر شماره ۱۹-۱۴). سپس همین عمل  
را برای نقطه دوم انجام می‌دهیم، بدیهی است در صورت ترسیم امتدادها روی نقشه، این  
دو امتداد همدیگر را در یک نقطه معین قطع خواهند کرد. محل تقاطع آنها موقعیت  
ایستگاه خواهد بود.

۱- امروزه با استفاده از دستگاه‌های GPS، به سرعت و همچنین دقت زیاد مبتزان به آسانی موقعیت نقاط  
ارتفاع و فاصله آن نقاط را نسبت به نقاط مجاور بدست آورد. دستگاه‌های GPS از طریق امواج ماهواره‌ای  
مختصات زمینی را محاسبه و در اختیار نقشه خوان قرار داده یا در حافظه خود ثبت می‌نمایند. بعضی از این  
دستگاه‌ها از نظر ابعاد به اندازه یک تلفن همراه بوده و وزن و حجم بسیار کمی دارند. نمونه‌های بسیار پیشرفته آن  
دقتی در حد سانتیمتر دارد.



## تمرین

- ۱- یک قطب نمای آینه‌ای تهیه کنید و سپس آزمون ۱۰ نقطه را بطور دقیق اندازه‌گیری نمایید.
- ۲- آزمون ۱۰ نقطه اندازه‌گیری شده را با استفاده از خط کش و نقاله به روی نقشه انتقال دهید و امتدادها را با مداد و خط کش ترسیم کنید.
- ۳- فاصله نقاط تعیین شده را با استفاده از مقیاس نقشه نسبت به مبدأ به دست آورید.
- ۴- برای توجیه یک نقشه، مراحل زیر را دنبال نمایید.
  - الف- ابتدا دو نقطه معین را در روی زمین در نظر گرفته و آزمون آن دو نقطه را با استفاده از قطب نما به دست آورید. توجه داشته باشید که آن دو نقطه شاخص، در روی نقشه وجود داشته باشند.
  - ب) نقشه را توجیه نمایید.
  - ج) آزمون آن دو نقطه را با مداد و خط کش و نقاله در روی نقشه ترسیم کنید.
  - و) محل ایستگاه را از طریق دو امتداد ترسیم شده روی نقشه به دست آورید.
- ۵- با استفاده از صورت فلکی دب اکبر یا ذات الکرسی، جهت شمال را در شب پیدا نمایید.
- ۶- امتداد نصف النهار یک نقطه را با استفاده از سایه خورشید به دست آورید.

## پیوست‌ها

تبدیل واحدهای اندازه‌گیری متریک و غیر متریک

$$۱ \text{ کیلومتر (Km)} = ۰/۶۲۱ \text{ مایل (mi)}$$

$$۱ \text{ متر (m)} = ۳/۲۸ \text{ پا (ft)}$$

$$۱ \text{ سانتیمتر (cm)} = ۰/۳۹۴ \text{ اینچ (in)}$$

$$۱ \text{ میلیمتر (mm)} = ۰/۰۰۳۹ \text{ اینچ (in)}$$

$$۱ \text{ میکرومتر} = ۰/۰۰۰۰۰۱ \text{ متر (m)}$$

$$۱ \text{ میکرومتر} = ۱ \text{ میکرون}$$

$$۱ \text{ مایل خشکی (حقیقی) (mi)} = ۱/۶۰۹ \text{ کیلومتر (Km)}$$

$$۱ \text{ مایل خشکی (mi)} = ۱۷۶۰ \text{ یارد (yd)}$$

$$۱ \text{ مایل خشکی (mi)} = ۶۳۳۶۰ \text{ اینچ (in)}$$

$$۱ \text{ مایل خشکی (mi)} = ۸۸۰ \text{ فathom (ft)}$$

$$۱ \text{ مایل دریایی (mi)} = ۱۸۵۲ \text{ متر (m)}$$

$$۱ \text{ مایل خشکی (mi)} = ۵۲۸۰ \text{ پا (ft)}$$

$$۱ \text{ یارد (yd)} = ۰/۹۱۴ \text{ متر (m)}$$

$$۱ \text{ یارد (yd)} = ۳ \text{ پا (ft)}$$

$$۱ \text{ پا (ft)} = ۰/۳۰۴۸ \text{ متر (m)}$$

$$۱ \text{ پا (ft)} = ۱۲ \text{ اینچ (in)}$$

$$۱ \text{ اینچ (in)} = ۰/۰۲۵۴ \text{ متر (m)}$$

۱ اینچ (in) = ۲/۵۴ سانتیمتر (cm)

۱ گالن (gal) = ۴ کوارت (qt)

۱ گالن (gal) = ۳/۷۸ لیتر (L)

۱ کوارت (qt) = ۲ پیمانه (pt)

### تبدیل واحدهای معادل متریک

$10^9 = 1,000,000,000$  = گیگا - یک بیلیون

$10^6 = 1,000,000$  = مگا - یک میلیون

$10^3 = 1,000$  = کیلو - یک هزار

$10^2 = 100$  = هکتو - یکصد

$10^1 = 10$  = سانتی - ده

$10^0 = 1$  = یک

$10^{-1} = 0/1$  = دسی - یک دهم

$10^{-2} = 0/01$  = سانتی - یک صدم

$10^{-3} = 0/001$  = میلی - یک هزارم

$10^{-6} = 0/000,001$  = میکرو - یک میلیونیم

$10^{-9} = 0/000,000,001$  = نانو - یک بیلیونیم

### تبدیل واحدهای مربع

یک سانتیمتر مربع (cm<sup>2</sup>) = ۰/۱۵۵ اینچ مربع (in<sup>2</sup>)

یک متر مربع (m<sup>2</sup>) = ۱۰/۷۶۳۹ فوت مربع (ft<sup>2</sup>)

یک متر مربع (m<sup>2</sup>) = ۱/۱۹۶۰ یارد مربع (yd<sup>2</sup>)

یک کیلو متر مربع (km<sup>2</sup>) = ۰/۳۸۳۱ مایل مربع (mi<sup>2</sup>)

یک هکتار (ha<sup>2</sup>) = ۲/۴۷۱۰ آکر (a<sup>2</sup>)

## تبدیل واحدهای مکعب

یک سانتیمتر مکعب  $(cm^3) = 0.06$  اینچ مکعب  $(in^3)$

یک متر مکعب  $(m^3) = 35/30$  فوت مکعب  $(ft^3)$

یک متر مکعب  $(m^3) = 1/30.79$  یارد مکعب  $(yd^3)$

یک کیلومتر مکعب  $(km^3) = 0.24$  مایل مکعب  $(mi^3)$

## روش تبدیل واحدهای اندازه گیری دما

تبدیل درجه فارنهایت  $(F^\circ)$  به سانتیگراد  $(C^\circ)$  از رابطه  $F^\circ = \frac{9}{5} (C + 32)$

تبدیل درجه سانتیگراد  $(C^\circ)$  به فارنهایت  $(F^\circ)$  از رابطه  $C^\circ = \frac{5}{9} (F - 32)$

تبدیل درجه سانتیگراد  $(C)$  به درجه کلونین  $(K)$  از رابطه  $K = C + 273$

اندازه گیری روی نقشه و تبدیل به واحدهای متریک روی زمین  $(\frac{D}{d} \text{ روی نقشه})$

در نقشه ۱:۲۵۰۰۰

$$\frac{1cm^2}{0.70625km^2} = \frac{1cm}{0.725km} = \frac{1cm^3}{15625000m^3} = \frac{1cm^2}{62500m^2} = \frac{1cm}{250m}$$

در نقشه ۱:۵۰۰۰۰

$$\frac{1cm^3}{0.125km^3} = \frac{1cm^2}{0.25km^2} = \frac{1cm}{0.5km} = \frac{1cm^3}{125000m^3} = \frac{1cm^2}{25000m^2} = \frac{1cm}{500m}$$

در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰

$$\frac{1cm^3}{1km^3} = \frac{1cm^2}{1km^2} = \frac{1cm}{1km} = \frac{1cm^3}{1000000m^3} = \frac{1cm^2}{1000000m^2} = \frac{1cm}{1000m}$$

در نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰

$$\frac{1\text{cm}^3}{15/625\text{km}^3} = \frac{1\text{cm}^2}{6/25\text{km}^2} = \frac{1\text{cm}}{2/5\text{km}} = \frac{1\text{cm}^2}{625000\text{m}^2} = \frac{1\text{cm}}{2500\text{m}}$$

در نقشه ۱:۵۰۰۰۰۰

$$\frac{1\text{cm}^3}{125\text{km}^3} = \frac{1\text{cm}^2}{25\text{km}^2} = \frac{1\text{cm}}{5\text{km}} = \frac{1\text{cm}^2}{250000\text{m}^2} = \frac{1\text{cm}}{500\text{m}}$$

اندازه کاغذها

$B0 = 1000/1414$ میلیمتر	$A0 = 841 \times 1189$ میلیمتر
$B1 = 707 \times 1000$ میلیمتر	$A1 = 594 \times 841$ میلیمتر
$B2 = 500 \times 707$ میلیمتر	$A2 = 420 \times 594$ میلیمتر
$B3 = 353 \times 500$ میلیمتر	$A3 = 297 \times 420$ میلیمتر
$B4 = 250 \times 353$ میلیمتر	$A4 = 210 \times 297$ میلیمتر
$B5 = 176 \times 250$ میلیمتر	$A5 = 148 \times 210$ میلیمتر
$B6 = 125 \times 176$ میلیمتر	$A6 = 105 \times 148$ میلیمتر
$B7 = 88 \times 125$ میلیمتر	$A7 = 74 \times 105$ میلیمتر
$B8 = 62 \times 88$ میلیمتر	$A8 = 52 \times 74$ میلیمتر

## فهرست منابع

- پاپلی یزدی، محمد حسین و همکاران، اطلس ایران، مرکز ملی تحقیقات فرانسه، ۱۳۷۷
- جداری عیوضی، جمشید، اصول کارتوگرافی، دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۱
- جداری عیوضی، جمشید، نقشه و نقشه خوانی در جغرافیا، دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۱
- جعفری، عباس، نقشه خوانی گیتاشناسی، انتشارات گیتاشناسی، ۱۳۶۳
- جعفری، عباس، نقشه خوانی، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۶۳
- دانشور، هوشنگ، کارتوگرافی، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۵۶
- رضوانی، علی اصغر، نقشه خوانی و آشنایی با نقشه ها، نشر به دید، ۱۳۷۹.
- زاهدی، مجید، مقدمه ای بر کارتوگرافی، سازمان سمت، ۱۳۷۰
- زیری، محمود و احمد دالکی، اصول تفسیر عکسهای هوایی، دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۶۵
- سیمپسون، برایان، ترجمه فرید مُر و مرتضی جمی، نقشه های زمین شناسی، کو شامهر، ۱۳۷۵
- علیجانی، بهلول، اصول عکسهای هوایی، دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۰.
- علیمزادی، حسن، فتوگرامتری رقومی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
- فوکو، آلن و ژان فرانسوا راثو: ترجمه محسن پور کرمانی، چاپ گوته، ۱۳۵۹.
- کودرینگتن، استفن و گریس چیتندن، ترجمه و تألیف محمود معافی و حسن وحدانی تبار
- مهارتهای جغرافیایی، انتشارات مدرسه، ۱۳۷۷
- مهدی نژاد، محمود، نقشه خوانی در جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۱
- مدیری، مهدی و خسرو خواجه، کارتوگرافی مدرن، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۷
- مدیری، مهدی، عکاسی و عکسبرداری، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۹
- مقیمی، سید جعفر و مجید همراه، کارتوگرافی، انتشارات گیتاشناسی، ۱۳۷۰.
- وامقی، ابوالقاسم، کاربرد عکسهای هوایی در زمین شناسی و تهیه نقشه، دانشگاه تهران، ۱۳۶۸.

- Bolton . T , Geological Maps, Cambridge University Press, 1989.
- Busch, Richard . M , and et-all,Laboratory Manual in physical  
Geology< Printice Hall,1993.
- Cbristopberson, Robert.W, Geosystems, Printic Hall, Third  
Edition,1997.
- Jhonson ,Attkin ,The Earth , Blackwell Scientific Publications, 1988.
- Lo, C, P, Applied Remote Sensing, Longman,1987.
- Miller, Victor c. , Interpretation of Topographic Maps, Merrill  
Publishing Company.
- Robinson, Arthur.H and et all, Cartography, Jhon Wiley & Sons ,  
Sixth Edition,1995.
- Strahler,A.N , Modern Physical Geography , Jhon Wiley & Sons  
,1987.
- Tarbuck and et-all , Applications & Investigations in Earth Sience,  
Printice Hall , 1997.
- Wilkinson , H.R , Maps and Diagrams , Methuen & Co Ltd ,1973.



University of Tehran Press  
1008/2528  
5th Edition

# Principles of Reading Map

By: Dr. M. Yamani

9789640034495



9 789640 034495

بها: ۲۴۰۰۰ ریال

تاریخ: [press.ut.ac.ir](http://press.ut.ac.ir)  
پست الکترونیک: [press@ut.ac.ir](mailto:press@ut.ac.ir)  
پخش و فروش: ۸۸۰۱۲۰۷۸